WIADOMOŚCI
TECHNICZNO-ARTYLERYJSKIE

Nr. 16.

WRZESIEŃ — 1932 r.

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

UWAGA: Liczby, umieszczone nad tytułami poszczególnych artykułów w tekście, oznaczają symbole klasyfikacji dziesiętnej.

1545. Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Wspólna 54, tel. 8-84-12.

662.3.

Por. MODRZEJEWSKI JAN.

I.

PROCHY BEZPŁOMIENNE I NIEHIGROSKOPIJNE.

Jedno z najstarszych i, jak ostatnio wykazały doświadczenia sprzymierzonych podczas Wielkiej Wojny, jedno z najbardziej palących zagadnień związanych z ulepszeniem prochu bezdymnego, — zagadnienie bezpłomienności prochów zostało w wypadku prochów działowych zasadniczo pomyślnie rozstrzygnięte przez większość fabryk, wyrabiających prochy bezdymne; a ostatnio udało się, łącznie z tem zagadnieniem, również rozstrzygnięcie sprawy wybuchu prochów nitrocelulozowych niehigroskopijnych.

Początkowo zajmiemy się rozpatrzeniem teorji powstawania płomienia wylotowego i przyczyn, jakie go wywołują, oraz teorją i przyczynami higroskopijności prochów.

Po strzale gazy, które część swej energji oddały na wprowadzenie w ruch pocisku, zachowały pewną jej ilość i zdolne są do chemicznych reakcyj, ujawniających się w chwili zetknięcia się tych gazów (które składają się z CO_2, CO, CH_4, H_2 i N_2) z tlenem powietrza. W tym momencie następuje spalenie tych gazów „wtórnym płomieniem" pod warunkiem, że temperatura ich będzie wyższa od punktu zapłonienia mieszaniny ich z powietrzem. Część gazów spala się za lufą, dając odblask czyli płomień wylotowy przy strzale, część zaś wewnątrz lufy (płomień powrotny). Przy strzelaniu z bardzo cięż-

kich dział rozgrzane silnie gazy mogą nawet dać coś w rodzaju wtórnego wybuchu, który można poznać po silnym wstrząsie powietrza. Wykazuje to pulsograf Esclangona notując falę spowodowaną zapłonieniem gazów wybuchowych, wychodzących z lufy działa, tylko w tym wypadku, o ile zaobserwuje się płomień, gdy zaś płomienia niema — fala nie jest notowana. Jeżeli okaże się znaczne obniżenie temperatury tych gazów, to zjawiska spalania się nie będzie, i strzał będzie bezpłomienny.

Fakt, że płomień wylotowy powstaje na pewnej odległości od wylotu dowodzi, że zjawisko to nie następuje momentalnie po wyjściu gazów z lufy, że potrzebna jest pewna ilość czasu niezbędna, aby gazy zmieszały się z tlenem powietrza i wytworzyły mieszaninę wybuchową. Ponieważ jednak zaraz po wyjściu z lufy gazy podlegają natychmiastowemu rozprężeniu, a więc tem samem ochładzają się, zjawisko płomienia wylotowego występuje więc z tem większą siłą, im szybciej gorące jeszcze gazy zdołają zmieszać się z tlenem powietrza. Drganie powietrza oraz słaby wiatr stwarzają warunki pomyślne dla tego zjawiska.

Zdjęcia kinematograficzne strzału działowego wykazują, że gazy wychodzące z lufy tworzą na początku czarniawą masę, w której rozpowszechnia się płomień powstający w jednym punkcie, gdzie temperatura jest dostatecznie wysoka do zapłonienia wytworzonej mieszaniny wybuchowej.

Płomień wylotowy jest częstszy i większy, a więc trudniejszy do zgaszenia, jeżeli strzelamy z działa o wielkiej mocy (kaliber 155 mm. i wyżej), oraz jeżeli wydajność strzału jest mała, jak np. w haubicach i moździerzach, lub przy strzelaniu zmniejszonemi ładunkami z innych dział. W pierwszym bowiem wypadku ilość gazów wylotowych jest duża, co sprzyja tworzeniu się mieszanin wybuchowych, w drugim zaś — skutkiem złego wykorzystania energji cieplnej prochu, temperatura gazów wylotowych jest wyższa.

Na powstawanie płomienia wylotowego wpływają również warunki atmosferyczne. Im temperatura powietrza jest niższa, a wilgotność wyższa — tem płomień wylotowy będzie słabszy, gdyż zimne i wilgotne powietrze lepiej oziębia gazy wylotowe i przeszkadza ich zapłonieniu. Artylerja i marynarka francuska stwierdziły, że w zimie płomień wylotowy powstaje trudniej niż w lecie.

Najprostszym sposobem zapobiegania powstawaniu płomienia wylotowego byłoby uniemożliwienie powstałym gazom mieszania się z tlenem powietrza. Praktyczne rozwiązanie tego zagadnienia oka-

zało się prawie niemożliwem. Pomiędzy innemi robiono doświadczenia z bezwodnika kwasu węglowego, strumieniem, którego usiłowano usunąć płomień powstający przy strzale. U wylotu lufy puszczano strumień CO_2 i rzeczywiście zauważono zmniejszenie płomienia wylotowego. Trudność praktycznego zastosowania takiego urządzenia polegała na niemożliwości odpowiedniego umieszczenia przy dziale przyrządu dającego strumień bezwodnika, na określaniu najskuteczniejszego kierunku tego strumienia oraz jego siły.

Próby wykonane w prochowni w Sevran—Livry we Francji według wskazówek inż. Desmaroux wykazały, że przy strzale z karabinku nie powstaje płomienia wylotowego, jeżeli strzał został oddany w beczce napełnionej gazem niepalnym (dwutlenek węgla, azot i t. p.), natomiast płomień jest zupełnie wyraźny, jeżeli beczka zawiera powietrze. Badania te wykonano w beczce żelaznej o długości 710 mm. i średnicy 510 mm. Beczka zaopatrzona była we wziernik z celofanu, kran do wpuszczania gazu, otwór do wstawiania lufy karabinku i otwór zaklejany tekturą, a służący do przejścia pocisku. W beczce tej po napełnieniu gazem niepalnym oddano strzały ze zwykłych naboi karabinowych. Strzelano również w beczce napełnionej powietrzem. Do prób użyto karabinku kal. 7,5 mm. z lufą o długości 500 mm.

Wyniki badań były następujące:

Wszystkie strzały oddane w beczce, napełnionej powietrzem, dały błyski; strzały zaś oddane w beczce napełnionej dwutlenkiem węgla lub azotem, błysków nie dały.

Poza tem wykonano próby strzelając bez użycia beczki, lecz napełniając lufę karabinku dwutlenkiem węgla. Na osiem oddanych strzałów otrzymano dwa strzały bezpłomienne, trzy o płomieniu zmniejszonym i trzy o płomieniu zwykłym, to jest takim, jak gdyby strzelano w warunkach normalnych.

Wyniki te wykazują, że napełnienie lufy karabinowej gazem niepalnym nie wystarcza do zgaszenia płomienia wylotowego, natomiast oddanie strzału w atmosferze gazu niepalnego w zupełności uniemożliwia powstanie płomienia.

Innym sposobem usuwającym płomień wylotowy byłoby zwiększenie w prochu ilości tlenu w takim stopniu, aby proch już w lufie spalał się całkowicie na CO_2, H_2O i N_2. W tym wypadku trzeba się jednak liczyć z podniesieniem temperatury spalania, co wpływa na zwiększenie erozji lufy.

W płomieniu wylotowym, jak i we wszystkich zjawiskach palenia, które trwają bardzo krótko, w granicach do setnych części sekundy, najważniejszą rolę gra szybkość reakcji, a przedewszystkiem zetknięcie się cząsteczek gazu z cząsteczkami tlenu powietrza. Wszystkie warunki, podwyższające szybkość reakcji będą wpływały również na wielkość płomienia. W celu zmniejszenia, albo zapobiegania tworzeniu się płomienia, należy używać czynników przeciwdziałających tej reakcji. Wśród znanych czynników, które pod względem fizyko-chemicznym mają wpływ na strzał, są przedewszystkiem wpływowe:

temperatura,
ciśnienie,
katalizatory.

Pomiaru temperatury gazów, które się jeszcze nie spaliły po wyjściu z lufy w miejscu, w którem powstaje płomień wylotowy,—jeszcze nie zdołano dokonać. Dlatego też nie można doświadczalnie ustalić granic temperatur, w których to zjawisko najczęściej powstaje. Wiadomo jednak, że temperatura gazów opuszczających lufę zależy nie tylko od składu chemicznego prochu, lecz również od sposobu zapalenia się tego prochu, od konstrukcji działa i innych balistycznych własności naboju.

Przedewszystkiem pod uwagę należy wziąć ciepło spalania się prochu. Im ono jest większe, nprz. 900 kaloryj, tem proch jest skłonniejszy do wytwarzania płomienia wylotowego, niż proch o mniejszej wartości cieplnej, nprz. 800 kaloryj. Dlatego też byłoby rzeczą pożądaną używanie prochów nitrocelulozowych o mniejszej zawartości azotu i prochów nitroglicerynowych o mniejszej zawartości nitrogliceryny, — naturalnie, o ile jest to możliwe z innych względów. Zauważono, że nawet małe odchylenia w procentach azotu w prochach nitrocelulozowych, lub niewielkie zmniejszenie ilości nitrogliceryny w prochach nitroglicerynowych — wpływa w znacznym stopniu na zmniejszenie płomienia wylotowego. W pewnych wypadkach, celem osiągnięcia odpowiednich danych balistycznych, lepiej jest użyć większej ilości prochu słabszego pod względem zawartości azotu lub nitrogliceryny, niż mniejszej ilości prochu silniejszego, gdyż płomień wylotowy w pierwszym wypadku będzie mniejszy.

W takim samym stopniu, jak zmniejszenie zawartości azotu lub nitrogliceryny, działa dodanie pewnej ilości (kilka procent) niektórych węglowodorów (wazelina, kalafonja, naftalina), lub też innych bogatych w węgiel związków jak kamfora. Również i inne do-

datki do masy prochowej, jak wilgoć i ciała nieorganiczne z dużą zawartością azotu (dwucjan dwuamid, sole dwucjandwuamidyny) działają w tym samym kierunku.

Oprócz chemicznego składu prochu na wielkość płomienia wylotowego ma wpływ również więcej lub mniej starannie przeprowadzona żelatynizacja, stopień wysuszenia prochu i inne jego fizyczne własności. Przedewszystkiem zaliczyć tutaj należy wszystkie te czynniki, od których zależy szybkość spalania się prochu. Im wolniej pali się warstwa pewnej grubości prochu, tem większa ilość energji (pracy) przesuwa się ku wylotowi lufy, z której wtedy wychodzą gazy o wyższej temperaturze. Natomiast im gwałtowniej w pewnych granicach proch się spala, tem stosunkowo większa ilość zawartej w nim energji zamienia się na balistyczne wartości, i z tego powodu z lufy wychodzą gazy o nieco niższej temperaturze.

Po ustaleniu szybkości palenia się prochu, przez zbadanie jego chemicznych i fizycznych własności, w wyborze czasu palenia się poszczególnego fizycznego elementu prochowego określonej grubości ma się potrzebne granice do zwalczania płomienia wylotowego z zastrzeżeniem, że balistyczne wymagania nie zakreślają zbyt wąskich ram.

Normowanie grubości ścianek w prochach rurkowych, stojących na granicy bezpłomienności okazało się celowym środkiem zmierzającym do usuwania płomienia wylotowego. Inne zabiegi, jak odpowiednie nacinanie fizycznych elementów prochowych, wpływające na czas spalania się tych elementów, prowadzą naogół tylko wtedy do celu, jeżeli chodzi o proch posiadający niewielką skłonność do tworzenia płomienia wylotowego.

Również kształt prochu i zachodzące stąd zmiany w sposobie jego palenia się wpływają na wielkość płomienia wylotowego, naprz. proch w paskach daje płomień mniejszy od prochu w ziarnach.

W działach o mniejszych kalibrach poniżej 100 mm. łatwiej znacznie walczyć z płomiennością, niż w działach dużych kalibrów; a w szczególnie duży płomień wylotowy dają duże ładunki.

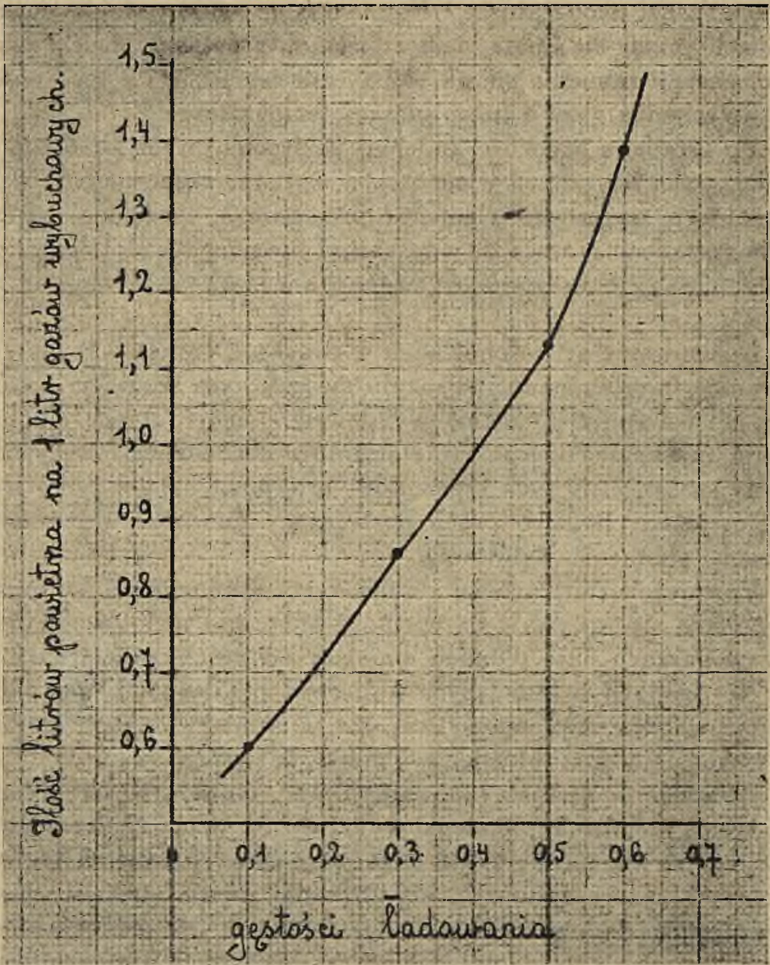
Zwiększona gęstość ładowania jest natomiast okolicznością ułatwiającą uniknięcie płomienia wylotowego. Własność ta ma związek z tem, że chemiczny skład gazów prochowych zmienia się w zależności od gęstości ładunku. Gazy trudniej zapalają się przy zwiększonej gęstości ładowania, chociaż temperatura ich jednocześnie cokolwiek wzrasta. Procentowa zawartość powstałych gazów łatwo zapalnych zmniejsza się wraz ze wzrostem gęstości ładunku prochowego:

przy gęstości ładowania 0,1 wytwarza się 66°/o objętościowo gazów zapalnych;

przy gęstości ładowania 0,3 wytwarza się 57°/o objętościowo gazów zapalnych.

Jeżeli przekroczyć jednak pewien maksymalny ładunek, to płomień powstanie zawsze.

Krzywa umieszczona na rysunku Nr. 1 podaje przy danej gęstości ładowania ilość litrów powietrza potrzebnych na 1 litr gazów prochowych, aby nastąpiło zapalenie się tych gazów.



Rys. 1.

Także i sposób zapalania, a mianowicie wielkość ładunku podpałowego ma wpływ na szybkość spalania się prochu, a zatem i na temperaturę gazów wylotowych, co należy mieć na uwadze przy stosowaniu środków usuwających płomień wylotowy.

Co się zaś tyczy wpływu broni palnej i jej konstrukcji na bezpłomienność strzału, to w pewnych wypadkach zmniejszenie płomienia wylotowego idzie w jednym kierunku z należytym wykorzystaniem prochu. Naprzykład przy stosowaniu cięższych pocisków istnieje mniejsza skłonność do zjawiska płomienia wylotowego, niż przy lżejszych pociskach; przyczyną jest to, że ze zwiększeniem ciężaru pocisku wogóle zwiększa się wykorzystanie prochu.

To samo dotyczy długości lufy broni. Jeżeli naprzykład karabin o zwykłej długości lufy strzela bez płomienia wylotowego, to krótszy karabinek tego samego typu i przy stosowaniu tej samej amunicji może strzelać z płomieniem wylotowym. Wszelkie zmniejszanie ochładzającego wpływu ścianek lufy na gorące gazy sprzyja pojawianiu się płomienia wylotowego.

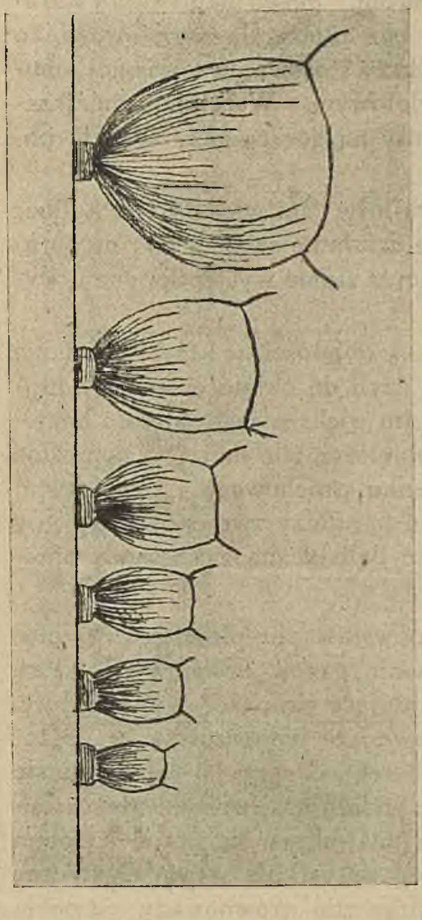
To samo dotyczy wpływu kalibru lufy. Im większy jest kaliber działa, tem mniejsze jest ochładzające działanie ścianek lufy na gorące masy gazowe i w tem bardziej gorącym stanie występują one u wylotu lufy.

Ostatecznie ma znaczenie stosunek objętości, w której proch się spala, do całkowitej objętości gazów, czyli do objętości komory prochowej plus objętość przewodu lufy. Im większa jest objętość komory prochowej w stosunku do ogólnej objętości, tem mniej są pomyślne warunki dobrego wykorzystania ładunku prochowego i tem łatwiej może zjawić się płomień wylotowy. Na to należy zwracać uwagę, gdy chce się osiągnąć większą skuteczność balistyczną za pomocą przedłużenia komory prochowej.

Oprócz wysokiej temperatury powstawaniu płomienia wylotowego sprzyja również wysokie ciśnienie gazów prochowych, które adiabatycznie sprężają powietrze znajdujące się przed wylotem lufy. Powietrze nietylko się od tego nagrzewa, ale jednocześnie w sprężonej objętości wzrasta koncentracja tlenu, co sprzyja zapaleniu się palnych gazów prochowych. Gazy te wylatują z lufy pod dużem ciśnieniem, uderzają więc w powietrze, znajdujące się przed wylotem lufy tak długo, dopóki działające ze wszystkich stron elastyczne przeciwciśnienie zgęszczonego powietrza nie zrównoważy ciśnienia gazów wylotowych. Powstają tu kolejne zgęszczenia i rozrzedzenia

powietrza, podobne do tych, jakie łatwo zauważyć przy wpuszczaniu strumienia wody znajdującej się pod dużem ciśnieniem do większego naczynia z wodą. Zjawisko to zostało stwierdzone fotograficznie za pomocą systemu szczelin. Na załączonym rysunku Nr. 2 widać stopniowe zmiany w czasie zjawiska wypływu gazów z wylotu lufy karabinowej. Wypływające pod dużem ciśnieniem gazy tworzą naokoło otworu wylotowego zasłonę ze sprężonego powietrza. Im większe jest ciśnienie, pod którem wypływają gazy, tem bardziej oddalona jest od wylotu lufy poprzeczna zasłona, która właśnie przedstawia zgęszczenie powietrza znajdującego się przy wylocie lufy.

W miarę jak ciśnienie, wywołane przez gazy tworzące się przy wystrzale, zmniejsza się dzięki odprężaniu i ochładzaniu, ośrodek zgęszczania zbliża się coraz bardziej do wylotu lufy. W najwyższej figurze rysunku Nr. 2 (pocisk znajduje się o 250 mm. od wylotu lufy) linja sprężania oddalona jest jeszcze dość daleko od wylotu, ponieważ gazy prochowe wypływają z o wiele większą szybkością od pocisku. W najniżej umieszczonej figurze tego samego rysunku (pocisk znajduje się o 3 m. od wylotu lufy) linja sprężania zbliża się prawie do wylotu lufy. Przez wymierzenie tych wszystkich figur dałby się ująć liczbowo przebieg ciśnienia przy wylocie. Tam, gdzie ten ośrodek ciśnienia występuje, to jest na przedniej części, istnieją najbardziej sprzyjające warunki dla zapalenia się gazów prochowych, i w tem miejscu znajduje się zwykle początek płomienia wylotowego.



Rys. 2.

Dążenie aby gazy prochowe wychodziły z lufy z możliwie małem ciśnieniem, aby przez to przeciwdziałać tworzeniu się płomienia

wylotowego, — prowadzi do zwiększenia pracy lufy na każdy kilogram ładunku prochowego.

Katalizatory są trzecim skutecznym środkiem, przyśpieszającym chemiczne reakcje. Katalizatorów działających na gazy prochowe jeszcze dokładnie nie znamy. Istnieje jednakże szereg zjawisk, których prawie inaczej nie można sobie wytłumaczyć jak katalitycznem działaniem pewnych domieszek na gazy prochowe.

W większości wypadków nie należy uważać, że wyrzucone palące się cząsteczki prochu powodują zapalenie się gazów. Jednocześnie z gazami wyrzucanemi są części popiołu, powstałego ze spalonego prochu, jak również cząsteczki metalu oderwane od ścianek lufy, lub pochodzące z elementów amunicji. Tego rodzaju stałe cząsteczki rozpylone i poruszające się w płomieniu wylotowym mogą powodować dużą siłę światła spalających się gazów. Nie jest również wykluczonem, że tego rodzaju drobne ciała, rozdzielone w masie gazowej, mogą działać katalitycznie, przyśpieszając zapalenie się mieszaniny gazów z powietrzem za wylotem lufy, a zatem działają w tym stosunku, co i wysoka temperatura lub ciśnienie. Rozdrobnione żelazo z niewielką domieszką tlenków, związków zasadowych lub z metalami ziem alkalicznych posiada, jak wiadomo z doświadczenia, dużą zdolność katalityczną i znajduje zastosowanie w przemyśle. Uniknięcia takich przyśpieszaczy reakcji niema możności tembardziej, że nie są one dokładnie znane. Jednakże można im przeciwdziałać, pozbawiają ich aktywności przez dodawanie odpowiednich substancyj do masy prochowej, lub do gotowych ładunków prochowych.

Niżej załączone zestawienie przedstawia prawie wszystkie substancje, jakie były zbadane na zdolność gaszenia płomienia. Zostały one uszeregowane w porządku zmniejszającej się zdolności gaszenia. Nie należy jednak przypisywać zbyt dużego znaczenia tej klasyfikacji, ponieważ wyniki prób wykonanych w rozmaitych warunkach i w różnym czasie są trudne do zestawienia ze względu na różną broń, w jakiej były one dokonane, na różnice w ilości używanych substancyj, różnicę warunków atmosferycznych oraz różne oceny indywidualne.

1. Zakwalifikowano jako przyćmiewacze dobre:

   Chlorek potasu czysty, lub parafinowany;

   Kwaśny winjan potasu czysty, lub w postaci kwaśnego winjanu potasowego surowego o 75% czystości.

2. Zdolność przyćmiewania średnia:
Saletra potasowa czysta;
Saletra potasowa rozpuszczona w 20% dwunitrotoluenu;
Saletra potasowa w postaci prochu czarnego;
Siarczan potasu;
Celuloza nie nitrowana;
Hydroceluloza;
Kwas szczawiowy;
Kwas winowy;
Jedwab naturalny (amiantyna);
Żelazocjanek potasu;
Dwuwęglan potasu;
Wazelina i ciężkie oleje naftowe;
Mocznik;
Azotan amonu sam lub w mieszaninie z niedużą ilością węgla lub parafiny;
Siarczan amonu;

3. Związki o słabej zdolności przyćmiewania:
Cyna metaliczna w proszku;
Czteroetyl cyny;
Ksylit;
Nitroguanidyna;
Dwunitrotoluen;
Dwunitroksylen;
Mononitronaftalen;
Szczawian amonu;
Centralit;
Kamfora;
Kwas stearynowy;
Dwuchromian potasu;
Nadmanganjan potasu;
Dwutlenek magnezu;
Kwas chromowy;
Chlorek sodu;
Kwaśny węglan sodu.

4. Związki nie mające zdolności przyćmiewania:
Szczawian mocznika;
Siarczan wapnia;
Nadchloran amonu;
Dwuchromian amonu;

Winjan miedzi;
Winjan wapnia;
Chlorek baru;
Jodek dwufenyloaminy;
Naftalen;
Węgiel w postaci węgla drzewnego sproszkowanego, grafitu lub sadzy;
Chlorek litu (monohydrat);
Wodorotlenek amonu.

Dodam tu jeszcze, że jeżeli substancje te, przeważnie sole metali alkalicznych, w wielu wypadkach usuwają płomień wylotowy, to skuteczność tego działania w rzadkich tylko wypadkach należy przypisać zjawisku obniżania przez ich obecność temperatury gazów prochowych.

Jest rzeczą bardziej prawdopodobną, że skuteczność tego działania zależy od tego, iż wspomniane wyżej katalizatory nie są w możności działać być może dlatego, że są otoczone przez dodatkowe substancje. Można więc je zaliczyć do katalizatorów hamujących powstawanie płomienia wylotowego.

Zapalanie się gazów u wylotu lufy działa jest zjawiskiem pokrewnem do zapalania się gazów, w chwili otwarcia zamku, znajdujących się po strzale wewnętrz lufy. Zjawisko to jest znane pod nazwą płomienia powrotnego. Płomień powrotny narobił dużo kłopotu artylerji, a szczególnie morskiej, ponieważ wypadki śmiertelnych poparzeń całej obsługi działa tym płomieniem nie były rzadkie. Dlatego też badania gaszenia płomienia wylotowego były prowadzone początkowo w kierunku usunięcia płomienia powrotnego. Zauważono, że płomień powrotny jest częstszy, jeżeli zostanie zmniejszony ładunek prochu czarnego w podsypce i odwrotnie, że płomień ten można całkowicie usunąć lub znacznie zmniejszyć , zwiększając wydatnie dawkę prochu czarnego.

Doprowadziło to szybko do wniosku, że saletra, która jest głównym składnikiem prochu czarnego, wpływa dodatnio na zmniejszenie się płomienia. Przeprowadzono wówczas próby systematyczne i z innemi solami potasu i znaleziono, że prawie wszystkie te sole są skuteczne. Zbadano chlorek, siarczan, węglan, szczawian i winjan potasu. Okazało się, że sole kwasów organicznych są lepsze do gaszenia płomienia niż sole kwasów mineralnych. Wypróbowano wówczas szczegółowo i dokładnie sole kwasu szczawiowego i winowego.

Zadowalniające rezultaty otrzymano również z innemi materjałami. Okazało się, że można używać wielu materjałów, a szczególnie takich, które mogą być łatwo wcielone w skład prochu, jak np. wazelina, celuloza, hydroceluloza i t. p., lub też związki nisko nitrowane. Przy wcieleniu tych ostatnich trzeba mieć na uwadze, aby nie obniżały zbytnio energji prochu. Do kategorji tych związków można zaliczyć nitroguanidynę, dwunitrotoluen, ksylit i t. p.

Równolegle czyniono próby z solami innych metali niż potas. Ustalono, że sole sodowe są mniej skuteczne niż sole potasu, oraz że sole ziem alkalicznych są prawie zupełnie nieskuteczne.

W celu zbadania rozmaitych substancyj przeciwbłyskowych Dautriche detonował 30 g materjału kruszącego z substancją przeciwbłyskową w zamkniętym kotle o pojemności 10 m^3. Z otrzymanego ciśnienia skorygowanego na oziębienie wnioskował o ilości wydzielonego ciepła, znając ciężar, ciepło właściwe i spółczynnik rozszerzalności powietrza zawartego w kotle (C. R. Acad. Franc. tom 146, str. 535, marzec 1908 r.). Sprawdził on w ten sposób, że sole alkalij przeszkadzają zapłonieniu gazów powstających przy wybuchu. Sole zaś metali grupy ziem alkalicznych działają bardzo słabo.

Niżej załączona tablica podaje wyniki prób wykonanych przez Dautriche'a:

Rodzaj materjału wybuchowego	Dodatki	Znalezione ciepło w kal.
BS o zawartości 203 cm^3 NO	bez dodatków	184
BS „ „ „ „ „	0.5% $NaHCO_3$	146
BS „ „ „ „ „	1% $NaHCO_3$	88
BS „ „ „ „ „	2% $NaHCO_3$	89
BS „ „ „ „ „	2% KNO_3	88
BS „ „ „ „ „	3% K_2SO_4	79
BS „ „ „ „ „	2% $CaCO_3$	152
BS „ „ „ „ „	4% $MgCO_3$	152
BS „ „ „ „ „	10% $MgCO_3$	140
BS „ „ „ „ „	3% $Pb(NO_3)_2$	140

Metoda ta przedstawia duże zalety, ponieważ pozwala otrzymywać wyniki ilościowe. Wyżej wymienione dane wskazują, że sole

alkalij mają dużą zdolność do gaszenia płomienia, sole zaś metali ziem alkalicznych oraz azotan ołowiu przeszkadzają tylko zapłonieniu tlenku węgla, lecz nie przeszkadzają zapłonieniu wodoru.

Na zasadzie sposobu działania przyćmiewaczy można je sklasyfikować w sposób następujący:

1. Niektóre substancje, rozkładając się pod wpływem ciepła otrzymanego przy spalaniu się prochu, wydzielają dużą ilość gazów, które pochłaniają pewną część energji prochu obniżając w ten sposób temperaturę. Jest rzeczą naturalną, żę obniżenie temperatury pociąga za sobą zmniejszenie lub całkowite zgaszenie płomienia wylotowego. Gazy palne nie będą na tyle gorące, żeby się zapalić po zmieszaniu się z tlenem powietrza. Widzieliśmy również wyżej, że błyski są słabsze i rzadsze w działach mających dużą wydajność, a co zatem idzie mniejszą temperaturę gazów wylotowych.

Pomiędzy substancjami przeciwbłyskowemi tej kategorji należy umieścić związki organiczne jak wazelina, dwufenyloamina, amiantyna, celuloza, kwas szczawiowy, kwas winowy i t. p.

Substancje przeciwbłyskowe tej kategorji, obniżając temperaturę gazów, zmniejszają tem samem erozyjne działanie prochu. Mają one jeszcze i tę dobrą stronę, że wytwarzają mało dymu. Niektóre z tych związków jak celuloza i wazelina mogą być wcielone bezpośrednio do prochu, przez co unika się wyrobu specjalnych ładunków dla nocnego i dziennego strzelania. Zmniejszają one jednak znacznie energję prochu.

Dla uniknięcia tego proponowano użycie, jako substancyj przeciwbłyskowych, związków organicznych słabo nitrowanych o niskiej temperaturze wybuchu, a takiemi są: mononitronaftalen, dwunitroksylen, ksylit, nitroguanidyna i t. p. Związki te muszą być jednak stosowane w ilościach znacznie większych od 20% do 30%, aby osiągnąć skutek przyćmiewający taki, jaki się osiąga przy dodaniu od 5% do 10% związków nienitrowanych. Związki te mogą być zalecane tylko w tym wypadku, jeżeli dysponuje się niemi jako produktami ubocznemi przy jakiejkolwiek innej fabrykacji i to w dużej ilości, co naprzykład zdarzało się podczas Wielkiej Wojny z olejami ksylitowemi.

2. Inny rodzaj związków działa przypuszczalnie przeciwbłyskowo dlatego, że daje bardzo subtelny pył ciał stałych, zdolny utrudniać wskutek działania katalitycznego zapalenie się gazów. Można naprzykład postawić hipotezę, że cząsteczki gazu aktywne

wskutek jonizacji tracą swą aktywność przy zetknięciu się z innemi cząsteczkami stałemi.

W powyższy sposób działają chlorki, węglany, siarczany sodu i potasu, cyna sproszkowana i t. p. Sole alkalij są, jak było wyżej wskazane, bardziej skuteczne niż sole innych metali. Ustalił to Dautriche, stwierdzając dużą zdolność tych soli do utrudniania zapłonienia się gazów powstałych przy spalaniu prochu. Badania Dautriche'a, wykonane podaną metodą, wykazały, że sole potasu i sodu są również bardzo skuteczne do utrudniania przenoszenia zapłonienia w mieszaninie powietrza i gazu świetlnego podczas wybuchu. Skuteczność działania soli alkalij potwierdza jeszcze fakt, że gazy wielkich pieców są trudniej zapalne, o ile zawierają związki alkalij (Industrial Engineering Chemistry 2. II. 1927 r.).

Pomimo licznych głosów, że sole sodu są o wiele mniej skuteczne jako przyćmiewacze niż sole potasu, próby Dautriche'a wykazują jednak, że obydwa te metale mają jednakową zdolność w utrudnianiu zapłonienia się gazów. Wiadomo, że sole sodu są używane w materjałach wybuchowych, tak zwanych powietrznych, konkurując z solami potasowemi. Należy przypuszczać, że przewaga soli potasowych polega na tem, iż sód zabarwia płomień na kolor żółty świecący, podczas gdy potas daje zabarwienie czerwono-fioletowe mało widoczne. Poza tem sole potasu są wygodniejsze w użyciu jako mniej higroskopijne niż odpowiednie sole sodu.

Wyższość soli alkalij jako przyćmiewaczy nad innemi solami należy przypuszczalnie przypisać łatwiejszej topliwości tych soli. W temperaturze spalania się prochu sole alkalij łatwo się topią i skutkiem tego mogą być bardzo łatwo rozpylone, może nawet nastąpić i parowanie tych związków w mniejszym lub większym stopniu, zależnie od temperatury. Przeciwnie, u ciał trudnotopliwych, lub dających produkty trudnotopliwe, zdolność gaszenia płomienia będzie bardzo słaba lub nawet żadna. Dotyczy to np. węgla, talku, soli metali ziem alkalicznych i t. p., pomimo nawet, że są drobno sproszkowane. Należy zaznaczyć, że chlorek litu, pomimo że jest bardzo łatwo topliwy, nie jest dobrym materjałem przeciwbłyskowym. Tę słabą zdolność przyćmiewającą można odnieść do własności chemicznych litu, a mianowicie że jest on metalem pośrednim między alkaljami a metalami ziem alkalicznych.

3. Związki, rozkładające się z wydzieleniem nadmiaru tlenu, mogą być również uważane jako materjały gaszące płomień. Działanie ich polega na tem, że utleniając w mniejszym lub większym

stopniu gazy prochowe czynią je po wyjściu z lufy niepalnemi, gdyż będą one zawierały bardzo dużą ilość gazów niepalnych (całkowicie utlenionych). Zachodzi to naprzykład przy użyciu azotanu amonu. Ciała tej kategorji mają tę zaletę, że mogą być używane w dużych ilościach bez obniżania siły prochu.

Działanie utleniające tych związków następuje dopiero po rozkładzie prochu. Od szybkości spalania się prochu zależy rozkład materjału utleniającego i dalsze utlenianie gazów. Jeżeli azotan amonu zmieszamy z węglem, to zmniejszamy tem samem jego zdolność utleniającą, lecz temperatura gazów obniży się, stosunek zaś gazów obojętnych-niepalnych, utrudniających zapłonienie, pozostanie jednak dosyć znaczny. Próby dokonane podczas wojny z działem 75 mm. wykazały, że można zastąpić proch BSP azotanem amonu w stosunku od 25% do 30% bez zmniejszania jego właściwości balistycznych. Zasadniczą trudnością w stosowaniu azotanu amonu jest trudność zapewnienia regularnego spalania się prochu, a także trudność uchronienia higroskopijności azotanu amonu od działania wilgoci.

4. Zdolność przeciwbłyskowa pewnych substancyj może polegać jednocześnie na dwóch z wyżej wymienionych sposobów czynności. Naprzykład, można mieć równocześnie wydzielanie się gazów obniżających temperaturę z akcją katalityczną soli alkalij. Mamy to przy użyciu szczawianu lub winjanu potasu. Można również mieć działanie katalityczne soli alkalij połączone z utlenianiem gazów prochowych, jak naprzykład przy użyciu saletry.

Zgóry jednak można powiedzieć, że jest niemożliwością, aby istniał związek, którego działanie przeciwbłyskowe polegałoby na równoczesnem działaniu pierwszej i trzeciej kategorji, to jest na wyiązywaniu dużej ilości gazów pochłaniających ciepło z równoczesnem utlenianiem gazów palnych.

5. Proponowano również stosowanie jako przyćmiewaczy tak zwanych substancyj przeciwstukowych, stosowanych w materjałach pędnych. Materjały te działają skutecznie, będąc dodane już nawet w bardzo małych ilościach. Należałoby więc przypuszczać, że przez ich użycie da się znacznie zmniejszyć ilość materjałów przeciwbłyskowych. Ideja ta była oparta na hipotezie, że substancje przeciwstukowe działają wskutek utworzenia się chmurki z cząsteczek ciał stałych niezmiernie drobnych zdolnych do opóźniania zapłonienia (Muraur i Moreau-Chemie et Industrie, tom 14 str. 851 z grudnia 1925 r.)

Według Moreau i Duffraisse'a działanie przeciwstukowe pewnych związków polega na ich własnościach utrudniania utleniania. Utrudniają one mianowicie tworzenie się nadtlenków, które są pobudzaczami do zapłonienia mieszanek wybuchowych. W każdym razie jest rzeczą mało prawdopodobną, aby związki te działały skutecznie jako przyćmiewacze, o ile będą użyte w małych ilościach.

Inż. Blanchard badał jeden z materjałów przeciwstukowych, a mianowicie czteroetyl cyny oraz jeden z materjałów utrudniających utlenianie, a mianowicie jod. Ten ostatni był użyty w postaci pochodnych różnych dwujodków dwufenyloaminy. Strzelano prochem BFP_1 z karabinu krótkiego. Stwierdzono przy tem, że czteroetyl cyny w ilości 0,5% działa częściowo jako przyćmiewacz. Trzeba jednak zaznaczyć, że i inne związki dodane w tej ilości również działają przyćmiewająco. Dwujodek dwufenyloaminy, użyty w tej samej ilości, nie dał żadnego wyniku pozytywnego.

Wiele z omówionych przyczyn powstawania płomienia wylotowego może działać przy strzale jednocześnie, nie mamy jednak możności stwierdzenia, w jakim stopniu każda z nich na to wpływa. Jeżeli okoliczności złożą się tak pomyślnie, że przeważna część strzałów nie daje płomienia wylotowego, to wówczas można otrzymać pożądany wynik zapomocą małej zmiany, nprz. w składzie samego prochu, jego kształtu lub wymiarów. W innym wypadku, gdy zjawisko powstawania płomienia wylotowego jest częstsze, wpływa na to kilka przyczyn jednocześnie i wówczas nie należy oczekiwać pomyślnego rezultatu przez zastosowanie jednego tylko środka przeciwdziałającego. Nie można jednak uważać tego środka za niepożyteczny, a raczej zawsze należy rozważyć, czy zostały odpowiednio uwzględnione i zastosowane i inne warunki lub środki, współdziałające w pojawianiu lub znikaniu płomienia wylotowego. Naprzykład, dodana do masy prochowej lub prochu chemicznie nieaktywna substancja zmniejsza z natury rzeczy energję w tym prochu zawartą i poniekąd działa w kierunku usunięcia płomienia wylotowego. Działanie jej jednak nie zawsze będzie dostateczne, ponieważ przy danych warunkach strzału nie jest rzeczą obojętną, czy substancja ta zmieniając chemiczny skład gazów jak nprz. dwucjandwuamin, równocześnie wpływa dostatecznie hamująco na zapalanie się tych gazów, obniżając temperaturę. Działanie innych związków, jak nprz. stabilizatorów, nie jest dostatecznie jeszcze wyjaśnione.

Wszystko powyżej powiedziane o dodatkowych substancjach dotyczy naturalnie i innych przyczyn, biorących mniej lub więcej czynny udział w powstawaniu płomienia wylotowego. Jak w pojedyńczym wypadku nie zawsze dostatecznie skutecznym środkiem będzie zmiejszenie energji prochu, tak samo może okazać się niedostatecznem jedynie samo skrócenie czasu spalania się prochu. Można jednak powiedzieć, że jednym ze środków zwalczających płomienność będzie fabrykacja prochów szybkopalnych, aby większa część zawartej w nich energji była wykorzystana balistycznie, możliwie najmniejsza zaś zamieniła się w energję cieplną w końcowem stadjum strzału u wylotu lufy.

Przyjmując powyższe pod uwagę, byłoby przedwczesnem polecać dla usunięcia płomienia wylotowego jakiś określony środek, lub dawać jakiś określony przepis. Nie pozostaje narazie innej drogi niż ta, która jest już dawno wypróbowana, a mianowicie iść naprzód przy pomocy badań, przyjmując stale pod uwagę planowo całość wpływów, o których wiemy, że powodują powstawanie płomienia wylotowego. Jako podstawa wyjściowa może być pożytecznym wzór, wynikający z doświadczeń w dziedzinie płomienia wylotowego.

Jeżeli oznaczymy:

Q — ciepło spalania prochu w kalorjach na kilogram prochu przy gęstości ładowania 0,2;

D — czas spalania prochu w tysiącznych częściach sekundy, obliczony dla ścianki ewentualnie płytki o grubości 1 mm. przy gęstości ładowania 0,2;

L — ładunek prochu w kilogramach;

A — pracę w lufie kilograma prochu w kilogramometrach;

G — ciężar pocisku w kilogramach, obliczony na cm^2 przekroju pocisku (obciążenie poprzeczne pocisku);

Z — dodatkowe substancje w procentach w stosunku do masy prochowej;

to należy wówczas pojedyńcze wielkości obrać odpowiednio tak, aby spółczynnik

$$F = \frac{Q \,.\, D \,.\, L}{A \,.\, G \,.\, Z}$$

był możliwie najmniejszym, o ile naturalnie pozwolą na to wymagania balistyczne.

Oczywiście, sedno całej sprawy nie polega na usunięciu za wszelką cenę płomienia wylotowego, a na tem, aby w danym wypadku usunięcie tego płomienia mogło być połączone z wymaganiami balistycznemi prochu i broni. Usunięcie płomienia wylotowego w większości obecnej broni palnej nie przedstawia zbytnich trudności, jednakże przy daleko idących zmianach konstrukcyjnych danej broni trudności te mogą na nowo wyniknąć.

Zagadnienie zmniejszenia higroskopijności prochów stało się aktualnem z chwilą, gdy wyjaśniono, w jak znacznym stopniu zmiana zawartości wilgoci w prochu zmienia jego stałość chemiczną i własności balistyczne. Zwykły proch nitrocelulozowy jest bardzo higroskopijny i trzeba go przechowywać w hermetycznych puszkach metalowych, aby nie zmieniał zawartości ciał lotnych. Jak praktyka wykazuje, niemożliwością jest zabezpieczyć pewną ilość puszek danej partji od przypadkowych nieszczelności. Proch w tych uszkodzonych puszkach będzie podlegał wpływom wilgoci atmosferycznej. W suchym klimacie będzie tracił swe ciała lotne, natomiast w klimacie wilgotnym będzie absorbował wilgoć z powietrza. To samo stosuje się w całej rozciągłości do woreczkowych ładunków prochowych, a nawet do ładunków zespolonych.

Zmiana wilgoci pod wpływem warunków atmosferycznych o 0,1% wywołuje zmianę szybkości początkowej pocisku o 3—6 m/sek, zależnie od rodzaju prochu i broni.

Okazało się, że prochy nitroglicerynowe wykazują znacznie słabsze wahania zawartości wilgoci i to tem mniejsze, im więcej nitrogliceryny zawiera proch, tak, że niektóre z nich, jak kordyty, lub balistyty nie zmieniają swych własności balistycznych pod wpływem zmian klimatycznych. Naprzykład kordyty są transportowane do wszystkich części świata w skrzynkach niehermetycznych i nie odbija się to wcale na ich własnościach balistycznych.

Przyczyn, dlaczego prochy nitroglicerynowe są niehigroskopijne, należy szukać w tem, że stanowią one w większości wypadków doskonały koloid utworzony przez nitrocelulozę zżelatynowaną zapomocą nitrogliceryny. Nitroceluloza w stanie włóknistym, niezżelatynowanym, t. j. w takim, w jakim występuje głównie w prochu nitro-

celulozowym, jest bardzo higroskopijna. Higroskopijność ta jest tem większa, im mniej azotu zawiera nitroceluloza. Według Will'a zawartość azotu w % + higroskopijność w % H_2O przy 5°—25° C, i 100% wilgotności powietrza = const. = ca. 14,6. Z chwilą, gdy nitroceluloza przechodzi w stan koloidalny staje się niehigroskopijną.

Prochy nitroglicerynowe są bardziej stałe chemicznie niż prochy nitrocelulozowe. Przyczyną tego jest również większa higroskopijność tych ostatnich. Prochy nitrocelulozowe bez względu na obecność dwufenyloaminy, jako stabilizatora, są bardzo wrażliwe na moczenie w wodzie, co się zwykle stosuje podczas fabrykacji celem usunięcia nadmiaru rozpuszczalnika, a czego nie można osiągnąć przez suszenie. Skutkiem moczenia w wodzie koloid etero-alkoholo-nitrocelulozowy wytrąca część rozpuszczalnej nitrocelulozy, która jest bardziej skłonna do rozkładu, jako higroskopijna, od nitrocelulozy zżelatynowanej.

Aby uczynić prochy nitrocelulozowe niehigroskopijnemi można dodawać do masy prochowej nitrozwiązki aromatyczne, działające żelatynizująco na nitrocelulozę, a polepszenie tej żelatynizacji przez dodanie estrów wysokowrzących tworzy koloid, który musi być mniej higroskopijny niż proch zwykły. Estry wysokowrzące wykazują pożądane własności, ponieważ jako dobre rozpuszczalniki są one ciekłe w zwykłej temeperaturze i stosunkowo są mało lotne, zwłaszcza po utworzeniu koloidu z nitrocelulozą; a oprócz tego są zasadniczo nie rozpuszczalne w wodzie i niehigroskopijne. Są to związki, zawierające stosunkowo niewielki procent tlenu, a stosunkowo duży procent węgla i wodoru. Do estrów tych zaliczyć można: ftalan dwualkilowy, winian dwubutylowy, palmitynian etylowy, aceto-laurynę, ftalan dwubutylowy i dwuetylowy.

Działanie estru polega na obniżaniu higroskopijności prochu, na obniżeniu jego temperatury spalania i wzmożeniu jego chemicznej stałości. Zbyt duże jednak ilości estrów wysokowrzących w prochu powodują przy strzale nadmierne wydzielanie się czarnego dymu skutkiem zbyt wielkiego obniżenia temperatury płomienia wybuchu i niecałkowitego spalenia się prochu.

Chcąc jednocześnie otrzymać proch bezpłomienny należy wybierać takie czynne pod względem wybuchowym żelatynizatory, które mają niższą temperaturę spalania niż nitroceluloza. A mianowicie:

Rodzaj mat. wybuchowego	Temp. płomienia wybuchu
Nitroceluloza 13% N . .	3100° C.
Nitrogliceryna . . .	4250° C.
Trójnitrobenzen . . .	3550° C.
Trójnitrotoluen . . .	2800° C.
Trójnitroksylen . . .	2200° C.
Dwunitrobenzen . . .	2500° C.
Dwunitrotoluen . . .	2000° C.
Dwunitroksylen . . .	1600° C.
Dwunitronaftalen . . .	1600° C.

Jak widać z powyższej tablicy, nitropochodne toluenu i ksylenu posiadają niższą niż nitroceluloza temperaturę płomienia wybuchu, dlatego też dla uzyskania bezpłomienności prochów należy brać pod uwagę dwu i trójnitrotoluen oraz dwu i trójnitroksylen, wreszcie dwunitrobenzen, jak również jedno, - dwu - i ewentualnie trójnitronaftalen.

Znanem jest zastosowanie dwunitrotoluenu przez Du Ponta i trójnitroksylenu przez Francuzów. W wypadku używania trójnitroksylenu zauważono trudniejsze zapalanie się prochu, co oczywiście musi się spotęgować przy dwunitroksylenie, jak również przy dwunitronaftalenie.

Obniżenie temperatury płomienia prochu spowodowane jest tutaj wprowadzeniem dużej ilości związków, zawierających dużo węgla i wodoru, a mało lub też wcale tlenu. Należy przypuszczać, że dzięki temu przy spalaniu tworzy się mniej CO_2, a natomiast więcej CO, ewentualnie H_2 i CH_4 (choć to w znacznym stopniu zależy od warunków zmian temperatury i ciśnienia, gdyż są to zjawiska wtórne reakcyj wybuchowych). Przy reakcjach tworzenia się tych związków wydziela się mniej ciepła niż przy tworzeniu się produktów całkowitego spalania CO_2 i H_2O.

Poniżej podajemy tablicę analizy gazów wybuchowych prochu płomiennego i bezpłomiennego:

Rodzaj prochu	% CO_2	% CO	% CH_4	% H_2	% N_2
Dający płomień wylotowy .	29.3	35,5	5,6	12,8	16,8
Niedający płom. wylotow. .	24,5	39,5	10,3	10,6	15,1

Z powyższego widać, że obecność metanu bardziej sprzyja bezpłomienności strzału niż odchylenia w zawartości CO_2. W danym wypadku widoczny wpływ na zmniejszenie płomienia wylotowego wywiera metan w tych gazach zawarty. Co do przyczyn jego powstawania, to prawdopodobnie są niemi: obniżenie temperatury i ciśnienia w gazach wybuchowych.

Zmniejszenie ilości CO_2 w gazach wybuchowych i zmniejszenie temperatury wybuchu ma poza tem jeszcze inne bardzo ważne znaczenie, a mianowicie zmniejszenie erozyjnego działania prochu na broń. Istnieje przypuszczenie, potwierdzone w pewnym stopniu doświadczeniem, że dwutlenek węgla łatwo zostaje okludowany w wysokiej temperaturze przez metal, a posiadając słabo kwaśny charakter jest jednym z czynników wywołujących erozję luf. Działanie erozyjne CO_2 jest tem silniejsze, im wyższą jest jego temperatura.

Po tem wyjaśnieniu teoretycznem przejdziemy z kolei do sposobów usuwania płomienia wylotowego i higroskopijności, używanych przez państwa, wyrabiające prochy bezdymne.

F R A N C J A.

Francja zajmuje się kwestją bezpłomienności prochów od 1907 roku, przyczem kwestja ta została mniej więcej pomyślnie rozstrzygnięta już w 1912 r.

W zastosowaniu do broni małokalibrowej zagadnienie to okazało się znacznie trudniejszem.

Stan zagadnienia bezpłomienności prochów w okresie przedwojennym był ostatecznie taki, że do ładunków prochów działowych dodawano w woreczkach sole alkaliczne z substancjami o niskiej temperaturze spalania, nprz. proch czarny, mieszaninę dwunitrotoluolu z saletrą potasową w ilości od 1% do 2%. Poza tem używano związków takich, jak szczawian lub winjan potasu, nitroguanidynę, żelazocjanek potasu, wazelinę, jednak substancje te musiały być uży-

wane w większych ilościach, co znów zmieniało własności balistyczne prochu.

Francuski patent Nr. 385769 poleca dodawanie od 3% do 10% następującej mieszaniny:

wodorotlenku magnezu — 1 część;
parafiny — 3 części.

Dodawanie tych samych substancyj do prochów karabinowych w ilości od 2% do 5% dawało w karabinie maszynowym płomień zmniejszony pod względem wymiarów, lecz bardziej intensywny. Dodawanie mocznika lub nitroguanidyny z mocznikiem w ilości do 20% zmniejszało płomień, lecz nie usuwało go. Zbadano dalej dodawanie takich związków, jak KCl, NaCl, ałun potasu, MnO_2, $KClO_3$, $KMnO_4$, proszek mydlany, siarka, KNO_3, $NH_4 NO_3$, trotyl, mononitronaftalen, węgiel drzewny, proch czarny, kamfora, cyna metaliczna, talk, kreda w ilości od 3% do 7% w woreczkach z gazy jedwabnej. Wyniki w karabinie były naogół ujemne. Zmniejszenie płomienia było albo bardzo nieznaczne, albo żadne.

Ostatecznie kwestja zmniejszenia płomienia w karabinie maszynowym była opanowana w 1913 r. dzięki wynalazkowi Briotet'a, który umieścił na wylocie lufy rurę o średnicy 80 mm, i długości 340 mm. zwężoną na końcu. Gazy wylatujące z lufy trafiały do tej rury, tutaj rozprężały się i wskutek rozprężenia chłodziły. Po kilku strzałach w rurze nie było już powietrza, przez co gazy stykały się z tlenem atmosfery dopiero po wyjściu, a więc już ochłodzone.

Po szeregu przeprowadzonych prób zatrzymano się podczas wojny na materjale gaszącym płomień o działaniu katalitycznem, a mianowicie na kwaśnym winjanie potasu. Materjału tego używano podczas całej wojny.

W roku 1915 wprowadzono dodatkowe ładunki przeciwbłyskowe, zawierające kwaśny winjan potasu, a składające z jednego lub kilku ładunków, które umieszczano między pęczkami prochu.

Stosowano trzy rodzaje takich ładunków dodatkowych, a mianowicie:

1. Ładunki 30 g. dla dział o małych i średnich kalibrach;
2. Ładunki 90 g. w formie płaskich woreczków dla łuskowych ładunków prochowych 105 mm armat;
3. Ładunki 500 g. pod postacią kwadratowego pikowanego woreczka o boku równym 15 cm. dla dział dużych kalibrów.

Do dział 160 mm. wz. 1893 używano ładunków 200 g. i 400 g.

Ze względu na dym, jaki tworzy się przy użyciu ładunków przeciwbłyskowych, ładunki te używano tylko do strzelania nocnego i wprowadzano do ładunków prochowych w chwili użycia tych ostatnich. Wykonywano to otwierając worek z prochem, następnie wyjmowano pęczki prochu, umieszczano ładunki przeciwbłyskowe, następnie kładziono z powrotem pęczki prochu i zamykano worek. Drugi sposób polecał przecinanie worka w miejscu wybranem i wtedy przez zrobiony otwór wprowadzano ładunki przeciwbłyskowe.

Wielkości dodatkowych ładunków przeciwbłyskowych w zależności od kalibru działa były następujące:

Amaty 80 mm, 95 mm, hb 120 mm i 155 mm	1 ładunek 30 g.
Armata 105 mm	1 ładunek 90 g.
„ 120 mm (proch BC)	3 ładunki po 30 g.
„ 120 mm (proch BG_5)	4 ładunki po 30 g.
„ 155 mm (proch BC)	4 ładunki po 30 g.
„ 155 mm (proch BG_5)	8 ładunków po 30 g.
Dla dział cięższych od 155 mm	1 ładunek 500 g.

Naboje do 37 mm. armatek zawierały po 10 g. materjału przeciwbłyskowego, który dodawano w chwili zespalania łuski z pociskiem.

Ładunki prochowe w łuskach do armat 105 mm. przeznaczone do nocnego strzelania zawierały woreczek z 90 g. materjału przeciwbłyskowego, ładunki zaś przeznaczone do dziennego strzelania tego dodatkowego ładunku nie zawierały. Obydwa wymienione rodzaje ładunków zaopatrzone były w rozpoznawcze napisy umieszczone na łuskach.

Jednocześnie wyjaśniono, że sposobem bardziej racjonalnym niż dodawanie do ładunku prochowego woreczków z substancją zmniejszającą płomień byłoby wcielanie do prochu pewnych substancyj w czasie fabrykacji. Naprz. okazało się, że proch z kamforą ma mniejszy płomień, a kamfora dodana luźno w woreczku wcale nie działa. W dalszym biegu badań przeprowadzono w 1917-1918 r. doświadczenia nad prochami działowemi, które zawierały domieszki następujących substancyj:

1. celulozy drzewnej (nienitrowanej) w ilości 10%;
2. wazeliny (projekt Delpech'a) w ilości 8%;
3. nitroguanidyny w ilości 30 — 50%;
4. trójnitroksylenu (projekt Muraour'a) 10 — 20%;
5. centralitu w ilości 8%.

Okazało się, że nitroguanidyna i centralit wpływają bardzo nieznacznie na zmniejszenie płomienia, a pozostałe trzy substancje działają dosyć dobrze, szczególnie wazelina i celuloza drzewna.

Jednocześnie stwierdzono ostatecznie fakt, zauważony już od samego początku studjowania zagadnienia, że prochy bezpłomienne są naogół bardziej dymne, co znów jest nieco szkodliwe. Większa dymność tych prochów spowodowana jest albo obecnością w nich substancyj mineralnych, albo wskutek tworzenia się przy niskiej temperaturze spalania prochu węglowodorów wyższych węgla i innych związków, tworzących koloid w powietrzu pod postacią dymu.

Wskutek tego należałoby wytwarzać dwojakiego rodzaju amunicję: dzienną bezdymną i nocną bezpłomienną. Możliwem byłoby to prawdopodobnie tylko przy działach większego kalibru, przy których proch mieści się w woreczkach. Przy strzelaniu nocnem woreczki z prochem byłyby przegradzane woreczkami z substancją przeciwbłyskową. Projekt taki wyszedł z Komisji Prochów w Wersalu w 1925 r. Woreczki przeciwbłyskowe zawierały kwaśny winjan potasu z prochem czarnym w kanale, przechodzącym przez środek.

W roku 1930 przeprowadzono studja porównawcze między kwaśnym winjanem potasu a chlorkiem potasu. Po zestawieniu wyników prób Komisja Prochów w Wersalu przyszła do wniosku, że:

1. Kwaśny winjan potasu, w którym zawartość czystego winjanu została zredukowana dodaniem talku, jest materjałem przeciwbłyskowym bezwarunkowo gorszym niż surowy kwaśny winjan potasu, zawierający około 75% winjanu; natomiast kwaśny winjan potasu, w którym zawartość kwaśnego winjanu potasu spadła wskutek fermentacji, jest równoznaczny ze świeżym.

We wszystkich wypadkach używania kwaśnego winjanu potasu musi być z niego usunięty piasek. Jest więc rzeczą niezbędną używać dla potrzeb artylerji winjanu parafinowanego.

2. Chlorek potasu, który jest znacznie tańszy niż kwaśny winjan potasu, posiada własności przyćmiewające równe temu ostatniemu, a w niektórych wypadkach nawet go przewyższa. Bezwzględna przewaga chlorku potasu przy użyciu go w armacie 220 mm. wz. 17 lub w armacie 14" morskiej spada wraz ze zmniejszeniem wielkości działa. W armacie 155 mm. GPF przewaga ta wyraża się już tylko redukcją ciężaru ładunku przeciwbłyskowego o jedną siódmą. W armacie 105 mm. i haubicy 155 mm. przewaga ta, jeżeli istnieje, to w bardzo małym stopniu i nie może być określona. Nie można bo-

wiem uogólniać wyników, otrzymanych tylko w jednym wypadku i do tego z tak specjalnym sprzętem, jakim jest armata 155 mm, GPF, i wnioskować, że dla innych ładunków, w innych działach należy zastępować kwaśny winjan potasu chlorkiem potasu, redukując ładunek naprzykład o jedną siódmą; tembardziej, że przepisowy ciężar ładunków kwaśnego winjanu potasu, wchodzącego do ładunków nocnych, nie był ustalony z dokładnością do jednej siódmej jego wartości rzeczywistej.

W sprzęcie artyleryjskim, w którym nocny ładunek został przestudjowany i ustalony z kwaśnym winjanem potasu, można go w zupełności zastępować taką samą ilością chlorku potasu.

Chlorek potasu powinien być uprzednio impregnowany 15% parafiny, aby uchronić go przed działaniem wilgoci powietrza. Ciężar ładunku chlorku potasu rozumie się zawsze razem z parafiną, która go powleka.

3. Użycie obu omawianych materjałów przeciwbłyskowych nie pociąga za sobą znacznych zmian balistycznych (obniżenia szybkości i ciśnienia), dopóki stosunek ciężaru ładunku przeciwbłyskowego do ciężaru ładunku prochowego jest niski, jak naprzykład w armacie 105 mm., dla której ten stosunek wyraża się mniej więcej jako 5—10%.

Odwrotnie, jeżeli stosunek ten wzrasta, to wpływ materjału przeciwbłyskowego przejawia się różnie dla każdego sprzętu, jak to wskazuje niżej umieszczona tablica:

Rodzaj działa	Numer ładunku	Ilość materjału przeciwbłyskowego	V_n Kwaśny winjan potasu: Bez wyjmowania prochu	V_n Kwaśny winjan potasu: Po wyjęciu części ładunku prochowego	V_{dz} Chlorek potasu: Bez wyjmowania prochu	V_{dz} Chlorek potasu: Po wyjęciu części ładunku prochowego	P_n Kwaśny winjan potasu: Bez wyjmowania prochu	P_n Kwaśny winjan potasu: Po wyjęciu części ładunku prochowego	P_{dz} Chlorek potasu: Bez wyjmowania prochu	P_{dz} Chlorek potasu: Po wyjęciu części ładunku prochowego
155 mm hb	0	27%	+6,1	—	—14.9	—	+116	—	—51	—
155 mm hb	00	26%	+5,3	—	—10,2	—	+154	—	+10	—
155 mm GPF	0	14%	—	—11,9	—20,3	—35.5	—	+11	—45	—135
220 mm ar	0	11%	—1	—	—15,9	—	— 21	—	—39	—

Kwaśny winjan potasu ma więc tendencję podnoszenia ciśnienia, jak to zresztą było stwierdzone oddawna. Użycie jego wymaga przy pewnych działach redukcji ładunku prochowego, aby uniknąć otrzymania niebezpiecznych ciśnień. Trzeba się więc pogodzić ze zmniejszeniem szybkości.

Chlorek potasu ma tendencję do obniżenia tak szybkości jak i ciśnienia. Prowadzi to do wniosku, że ciężar ładunku prochowego nocnego z chlorkiem potasu powinien być taki sam, jak przy ładunku dziennym. Należy jednak w każdym poszczególnym wypadku sprawdzić, czy zasada ta da się zastosować i — określić stratę szybkości, która prawdopodobnie będzie większa niż przy kwaśnym winjanie potasu. O ile przypuszczenie to okaże się słusznem, to niewygody używania chlorku potasu będą skompensowane z jednej strony przez bezpieczeństwo, jakie daje ten materjał pod względem ciśnienia, a z drugiej strony — przez uproszczenie wyrobów ładunków nocnych, gdyż nie będzie zachodziła potrzeba wyjmowania prochu.

Ostatnie badania wykazały, że chlorek potasu przewyższa pod wieloma względami stosowany podczas wojny kwaśny winjan potasu. Ma on jeszcze tę dobrą stronę, że podczas wojny może być dostarczany w dowolnych ilościach. Wadą jego jest zbyt duża dymność. Nie może on również być wcielany do masy prochowej ze względu na łatwość wymywania się przy moczeniu prochu.

Prace nad prochami bezpłomiennemi we Francji nie są jeszcze ukończone i ostatecznej decyzji co do tych prochów jeszcze niema.

NIEMCY.

Niemcy oddawna już pracują nad zagadnieniem bezpłomienności prochów bezdymnych.

Według D. R. P. Nr. 201215 dodawano do masy prochowej dwucjandwuamid, a według D. R. P. Nr. 205762—sole dwucjan dwuamidyny, które jednak dopiero w ilości 30% dają dostateczne wyniki pod względem bezpłomienności, szkodząc jednak jednocześnie bardzo balistycznym własnościom prochu.

Następnie starano się usunąć płomień wylotowy przez normowanie grubości ścianek w prochach rurkowych. D. R. P. Nr. 214020 poleca prochowe elementy o dużych powierzchniach zaopatrywać w nacięcia, zwiększające się od środka ku brzegom w ten sposób, że-

by przekrój nienaciętej części posiadał kształt rombu. Normowanie grubości ścianek, jak również i nacinanie elementów prochowych, dawało dobre rezultaty, lecz tylko z prochami mającemi małe skłonności do wytwarzania płomienia wylotowego.

Poza tem używano związków takich, jak szczawian sodu, potasu lub kwaśny węglan sodu D. R. P. Nr. 175399; chlorek sodu lub potasu D. R. P. 301659. Substancje te dodawano do odpowiednio przygotowanej masy prochowej w nieznacznych ilościach. Już dodatek 1% szczawianu potasu okazuje swoją skuteczność w ten sposób, że proch stojący na granicy bezpłomienności, który bez tego dodatku daje płomień wylotowy, staje się bezpłomiennym. Dla prochów nitrocelulozowych do dział małych kalibrów wystarcza od 0,5% do 2% wspomnianych dodatków. Dla prochów nitroglicerynowych do dużych dział potrzeba tych dodatków od 3% do 5%.

D. R. P. Nr. 243846 zaleca używanie soli wielowartościowych kwasów organicznych, a D. R. P. Nr. 195486 — mydeł tłuszczowych lub żywicznych. Skuteczność stosowania tych dodatków oparta została na obserwacji, że obłok pyłu z jakiejkolwiek soli sodu lub potasu utrudnia spalanie się zapalnych gazowych lub pyłowych mieszanin.

Dodatków tych używano w ten sposób, że nad ładunkiem prochowym umieszczano dodatkowy ładunek takich soli i w ten sposób zupełnie usuwano płomień wylotowy.

Dla napełniania takich dodatkowych ładunków najszersze zastosowanie miał chlorek potasu w ilości około 10% ciężaru ładunku prochowego. Chlorek potasu umieszczano w jedwabnych woreczkach lub pudełkach z blachy mosiężnej i umieszczano luźno na właściwym ładunku prochowym.

Stosowano również azotan amonu z dodaniem 10—15% węgla drzewnego pod nazwą „Ammonpulver" w armacie 77 mm, w celu zaoszczędzenia znacznych ilości prochu bezdymnego. Poza dodatniemi stronami tej mieszaniny ze stanowiska oszczędnościowego, kompozycja ta zmniejszała znacznie płomień wylotowy. Zaznaczam, że jako materjał przeciwbłyskowy zasadniczy, Niemcy stosowali chlorek potasu. Azotan amonu nie pozwala w większości wypadków usunąć płomienia całkowicie, lecz obniża go bardzo znacznie, co daje możność wydatnie zredukować ilość substancyj przeciwbłyskowych dodawanych specjalnie.

ANGLJA.

Według angielskiego patentu Nr. 150002 osiąga się odpowiednie zmniejszenie płomienia wylotowego, gdy do masy prochowej doda się dokładnie obliczoną ilość węglowodorów. Ten sam patent radzi również dodawanie krochmalu. Jeżeli zmieszamy proch bezpłomienny zawierający nadmiar krochmalu z prochem takim samym, lecz nie zawierającym krochmalu, więc płomiennym, to w skutkach okaże się, że płomienia wylotowego nie będzie.

Patent Nr. 29292/1909 zaleca stosowanie chlorku potasu, który w ilości 10°/o ładunku prochowego umieszczano w powłoce z masy prochowej, a następnie kładziono luźno na właściwym ładunku.

STANY ZJEDNOCZONE.

W 1918 r. Du Pont Company rozpoczęła w laboratorjum doświadczalnem w Brandywine prace, mające na celu opracowanie metod fabrykacji prochu bezpłomiennego i niehigroskopijnego. W 1919 r. Dep. Uzbr. Stanów Zjednoczonych zawarł umowę z tą wytwórnią, wynikiem której było intensywne rozpoczęcie badań nad otrzymaniem nowego prochu. Jako sprzęt do prób wybrano armatę 75 mm. jako najbardziej w armji rozpowszechnione działo, a oprócz tego brano w tym wypadku pod uwagę stosunkowo małą ilość prochu w ładunku, co zapewniało małe zużycie próbek nowego prochu.

Dla osiągnięcia bezpłomienności prochu Amerykanie oparli się na pierwszej zasadzie działania substancyj gaszących płomień, a mianowicie na zasadzie wywiązywania się dużej ilości gazów, pochłaniających ciepło i obniżających temperaturę. Jako środków do tego użyto dwunitrotoluenu i estrów kwasu ftalowego. Związki te: jeden zupełnie bierny, drugi mało-czynny dodawane do prochu w dość znacznych ilościach, obniżały znacznie jego siłę. Celem więc podniesienia siły prochu stosowano zamiast czystej bawełny strzelniczej pirokolodjonowej o zawartości 12,5°/o azotu, mieszaninę bawełny strzelniczej karabinowej o zawartości około 13,45°/o azotu z bawełną strzelniczą pirokolodjonową tak, że ogólna zawartość azotu wynosiła około 13°/o. Pomimo jednak zwiększenia zawartości azotu nie zdołano dorównać siły tego prochu do siły prochu zwykłego, wskutek tego ładunki prochowe muszą być od 7°/o do 10°/o większe. Na-

przykład ładunek prochu BSP do arm. 75 mm. wynosi 680—700 g., prochu US_3 — 700—715 g., a prochu FNH około 750 g.

Zmniejszenie rozpuszczalności, spowodowane użyciem wysokonitrowanej bawełny strzelniczej zostało skompesowane własnościami żelatynizującemi obu dodawanych substancyj: dwunitrotoluenu i estrów kwasu ftalowego.

Ponadto dodanie dwunitrotoluenu i estrów kwasu ftalowego zmniejszyło w znacznym stopniu higroskopijność prochu, wskutek czego zwiększyła się jego stałość balistyczna, która — jak wiadomo — zależy w pierwszym rzędzie od zmian zawartości ciał lotnych.

W celu polepszenia bezpłomienności prochów, stosowanych do ciężkich dział dodawano siarczanu potasu, który wcielano do masy prochowej przy fabrykacji; okazało się bowiem, że sól ta trudno wyługowuje się przy moczeniu prochu.

W ten sposób gaszenie płomienia odbywa się na dwóch zasadach, to jest na wytwarzaniu dużej ilości gazów pochłaniających ciepło i obniżających temperaturę gazów wylotowych, wskutek dodania dwunitrotoluenu i estrów kwasu ftalowego oraz — na zasadzie działania katalitycznego soli potasu. Połączenie obu tych zasad dało bardzo dobre wyniki. Oczywiście dodatek soli mineralnej powiększy jeszcze bardziej dymność prochu.

Po przeprowadzeniu licznych badań między innemi opracowano proch składający się z:

Nitrocelulozy o około 13,15% azotu — 85 części
Dwunitrotoluenu — 10 części
Dwubutyloftalanu — 5 części
Dwufenyloaminy — 1 część
Siarczanu potasu — od 1/3 do 1/2 części.

Jednakże proch ten dawał duży płomień wylotowy przy strzelaniu z armaty 155 mm. G. F. P. pociskiem 95 funtowym (43 kg) przy zastosowaniu spłonki 21 granowej (1,3608 gr), z podsypką z czarnego prochu myśliwskiego o ciężarze 8 uncyj (226,8 grama).

W celu uniknięcia płomienia wylotowego 3 uncje (85,05 grama) tabliczek siarczanu potasu, z których każda waży po 5 granów (0,324 grama), umieszczono w jedwabnym woreczku i umocowano na końcu workowego ładunku prochowego tak, iż znalazł się on tuż przy pocisku. Oddano serję z 5-ciu strzałów, — wszystkie bez płomienia wylotowego.

W następnej serji strzałów umocowano na końcu workowego ładunku prochowego woreczek jedwabny, zawierający 4 uncje (113,4 grama) zżelatynowanej i wysuszonej następnie na powietrzu nitrocelulozy, do której dodano 2 uncję (56,7 grama) siarczanu potasu. Otrzymano 5 strzałów bez płomienia wylotowego na pięć oddanych.

Jak w pierwszym, tak i w drugim wypadku usunięcie płomienia mienia wylotowego użyto siarczanu potasu o 1 uncję (28,35 grama) mniej, dodając go w tej postaci, co należy przypisać temu, że w danym wypadku siarczan potasu stopniowo był oddawany gazom podczas palenia się prochu i został równomierniej rozdzielony pomiędzy wytworzone gazy prochowe.

Jak w pierwszym, tak i w drugim wypadku usunięcie płomienia wylotowego zostało osiągnięte bez żadnej szkody dla balistycznych własności prochu.

Fabrykacja prochu o składzie podanym powyżej przebiega w sposób następujący: nitroceluloza zostaje odwodniona zapomocą denaturowanego spirytusu etylowego, a następnie poddana żelatynizacji w ugniatarce z dodaniem eteru. Do eteru lub też bezpośrednio do ugniatarki dodaje się dwunitrotoluolu i dwubutyloftalanu. Dzięki żelatynizującemu działaniu tych dwóch ostatnich składników, w danym wypadku używa się mniej eteru i spirytusu, niż to bywa przy fabrykacji zwykłych prochów nitrocelulozowych. Siarczan potasu przed dodaniem zostaje równomiernie zmielony w młynie kulowym tak, aby całkowicie przeszedł przez druciane sito, posiadające 80 otworów w calu kwadratowym. Dwufenyloaminę rozpuszcza się uprzednio w dodawanym do ugniatarki eterze. Po wyprasowaniu odpowiedniej formy ziarn, ostateczne usunięcie nadmiaru rozpuszczalnika odbywa się w gorącej wodzie nie przekraczającej 60^0 C.

Ilość siarczanu potasu, dodawanego do masy prochowej przy wyżej wymienionej proporcji innych składników, waha się od 0,2—0,4% dla prochu przeznaczonego do arm. 155 mm G.P.F., dla innych dział, posiadających inną charakterystykę, — ilość ta może ulec zmianie.

Należy zaznaczyć, że charakterystycznem dla tego prochu jest dodanie takiej ilości siarczanu potasu do masy prochowej, aby proch ten stał prawie na granicy bezpłomienności, raczej jednak w kierunku dawania płomienia wylotowego, jak to zachodzi przy strzelaniu prochem używanym do dział 155 mm. G. P. F. Dalsze dodawanie siarczanu potasu do masy prochowej obniżyłoby własności balistycz-

ne tego prochu. Ilość tą może być ustalona dla każdego rodzaju dział drogą doświadczalną.

Celem usunięcia płomienia wylotowego, do gotowych ładunków prochowych można dodawać siarczan potasu w postaci skomprymowanych tabliczek w sposób opisany powyżej, lub też w powłoce z masy prochowej. Najlepiej jednak jest przygotowywać dodatkowe ładunki przez dodawanie siarczanu potasu do specjalnie spreparowanej masy prochowej, którą następnie suszy się na powietrzu.

Skład takiej masy prochowej jest następujący:

Nitrocelulozy o około 13,15% azotu	— 85 części
Dwunitrotoluenu	— 10 części
Dwubutyloftalanu	— 1 część
Dwufenyloaminy	— część
Siarczanu potasu	— 50 części.

Masa ta może być wyrabiana jak zwykła masa prochowa, następnie można jej nadawać dowolną formę, niekoniecznie taką samą, jak proch do zasadniczych ładunków. Dodatkowe ładunki zrobione z tej masy umieszcza się w jedwabnych woreczkach. Proch ten można używać do usuwania płomienia wylotowego w działach, a zwłaszcza cięższych, w których nie używa się amunicji zespolonej, czyli w których pocisk i ładunek prochu ładowane są oddzielnie.

Usuwanie płomienia wylotowego zapomocą wyżej opisanego sposobu osiąga się przy otrzymaniu minimalnej ilości dymu. Ten sam proch daje wyniki bezpłomienne w armatach 75 mm. bez stosowania przeciwbłyskowych ładunków dodatkowych.

Następnie opracowano proch do arm. 75 mm. wzór 1897, dający wyniki bezpłomienne. Fabrykacja tego prochu przebiega w sposób podany dla poprzedniego, a skład jego jest następujący:

Nitrocelulozy o około 13,15% azotu	— 85 części
Dwunitrotoluenu	— 10 części
Ftalanu dwubutylowego	— 5 części
Dwufenyloaminy	— 1 część.

Dla tego działa ilość ftalanu dwubutylowego można zmniejszyć do 4 części, zawartość zaś nitrocelulozy zwiększyć do 86 części. Otrzymuje się przy tem jeszcze wyniki bezpłomienne. Dobrze jednak jest stosować 5 części ftalanu dwubutylowego, jeśli pożądany jest wynik bezwzględnie bezogniowy, który jest wówczas pew-

niejszy. Jeśli bezpłomienność jest niepożądana ze względu na wytwarzanie się dymu, to ilość ftalanu dwubutylowego można zmniejszyć do 2 części, a ilość nitrocelulozy zwiększyć do 88 części, lecz jest to tylko możliwe dla dział mniejszego kalibru. Proch o wyżej wymienionym składzie w działach 155 mm. będzie zawsze dawał płomień wylotowy.

W pewnych wypadkach można osiągnąć wyniki bezpłomienne zwiększając ilość ftalanu dwubutylowego w sposób podany na załączonej tablicy:

Nitroceluloza o 13,16% N	Dwunitrotoluen	Ftalan dwubutylowy	Dwufenyloamina
83 części	10 części	7 części	1 część
82 części	10 części	8 części	1 część
80 części	10 części	10 części	1 część

Jednakże stosowanie zbyt wielkich ilości ftalanu dwubutylowego powoduje nadmierne wytwarzanie się czarnego dymu.

Wyżej opisany proch jest również prochem niehigroskopijnym i jest znany pod nazwą F. N. H. (flashless, no hygroscopic).

Niehigroskopijność uzyskana jest przez użycie niehigroskopijnych żelatynizatorów jak dwunitrotoluen i ftalan dwubutylowy, co w połączeniu z nitrocelulozą o wysokiej zawartości azotu daje doskonały koloid, który oczywiście jest mniej higroskopijny od nitrocelulozy zżelatynowanej tylko mieszaniną alkoholu i eteru.

Prawdopodobnie proch F. N. H. jest niehigroskopijny dla tego, że stworzenie doskonałego koloidu znacznie obniża higroskopijność nitrocelulozy.

Dowodem wyższości tego prochu nad prochem nitrocelulozowym wykonanym zwykłemi metodami będzie przytoczona poniżej tablica, wykazująca higroskopijność prochów t. zw. niehigroskopijnych o różnym składzie *wobec wilgotności względnej, wynoszącej 70% w temp. 30°C. po osiągnięciu stanu równowagi.*

Skład prochu			% wilgoci w równowadze z 70% wilgotn. względną w 30° C
Nitroceluloza o 13% N	Dwunitrotoluen	Ftalan dwubutylowy	
100%	—	—	1,25%
90%	5%	5%	0,75%
85%	10%	5%	0,68%
80%	10%	10%	0,60%
Proch do dział z nitrocelulozy o zawartości 12,6% N			1,80%

Następująca tablica wykazuje niehigroskopijność prochu F N H w porównaniu ze zwykłym prochem nitrocelulozowym używanym w Stanach Zjednoczonych i kordytem używanym w Anglji.

Wilgotność względna w 30° C	Zwykły proch do 75 mm dział % wilgoci	Proch FNH do 75 mm dział % wilgoci	Kordyt MD % wilgoci
20%	1,87%	0,39%	0,26%
70%	1,50%	0,67%	0,56%
90%	2,35%	1,06%	0,71%
Różnica w zawartości wilgoci przy 20% i 70% wilgotności względnej	0,63%	0,28%	0,30%
Różnica w zawartości wilgoci przy 20% i 90% wilgotności względnej	1,48%	0,67%	0,45%

Jak widać z powyższych wyników proch FNH, jak i kordyt MD, są w porównaniu do zwykłego prochu nitrocelulozowego o tyle mniej higroskopijne, że mogą być obydwa uważane za niehigroskopijne.

Należy zaznaczyć, że różnica w zawartości wilgoci w tych różnych warunkach jest dla prochu FNH mniejsza od połowy zmiany

wilgoci w zwykłym prochu działowym w tych samych warunkach.

Podczas gdy zawartość wilgoci i pozostałego rozpuszczalnika, czyli „całkowita zawartość ciał lotnych", w zwykłym prochu ma nadzwyczaj duży wpływ na własności balistyczne tego prochu, to przy prochu FNH czynnikiem decydującym jest grubość ścianek ziarn prochowych, ponieważ rozpuszczalniki lotne zostały tu zastąpione przez nielotne, a zawartość wilgoci w prochu jest stosunkowo mała.

Z przeprowadzonych prób balistycznych wynika, że proch FNH, wykazuje również mniej niż połowę zmiany w szybkości początkowej i ciśnieniu niż zwykły proch działowy, wystawiony w tych samych warunkach na działanie wilgotności względnej po osiągnięciu stanu równowagi.

W arm. 75 mm. wz. 97 zmiana wilgoci prochu o 0,1% powoduje zmianę szybkości o około 2,01 m/sek. i ciśnienia o około 32,5 kg/cm^2.

Jest rzeczą wiadomą, że skrzynki, w których przechowywany jest proch, nie zawsze zachowują swą hermetyczność, skutkiem czego proch w nich zawarty pochłania lub traci wilgoć w zależności od otaczającej atmosfery. Poniższe liczby podają krańcowe zmiany szybkości i ciśnienia, jakie mogą zajść pomiędzy poszczególnemi skrzynkami tej samej partji prochu, którego część wyschła w atmosferze suchej o 20% wilgotności względnej, druga zaś pochłonęła wilgoć w atmosferze o 90% wilgotności względnej.

Różnica w zawartości wilgoci przy 20% i 90% wilgotności względnej		Zmiana w szybkości wywołana zmianą wilgoci	Zmiana ciśnienia wywołana zmianą wilgoci
Proch zwykły	1,48%	29,78 m/sek	480,85 kg/cm^2
Proch FNH	0,68%	13,47 m/sek	217,64 kg/cm^2

Oprócz wspomnianej stałości balistycznej wielką zaletą prochu FNH jest jego stałość chemiczna. Jak wiadomo, stałość prochu zmienia się w zależności od warunków jego przechowywania. Proch znacznie prędzej rozkłada się w atmosferze wilgotnej i przy podwyższonej temperaturze. Próbki zwykłego prochu nitrocelulozowego, przechowywane w temp. 50°C. w nasyconej parą wodną atmosferze, stały się zupełnie nieużyteczne po 3 miesiącach takiej próby. Proch FNH w takich samych warunkach przetrwał 2 lata nie wykazując przy tem najmniejszego obniżenia stałości chemicznej. Ta doskonała stałość prochu FNH, pomimo złych warunków prze-

chowywania, ma pierwszorzędne znaczenie w magazynowaniu prochów na dłuższy okres czasu jako rezerwy strategicznej.

Proch ten został uznany za dobry i przyjęty na uzbrojenie wojska Stanów Zjednoczonych do armat 75 mm. wzór 1897.

Proch takiego samego składu, jak wymieniony wyżej, lecz o innej wielkości ziarn został przyjęty na uzbrojenie w Stanach Zjednoczonych do armat 155 mm. G. P. F.

Również dobre wyniki dały prochy FNH o podobnym składzie przy zastosowaniu ich do haubic 75 mm. (górskich); do arm. 75 mm. model I; do armat 75 mm. górskich i do 105 mm. haubic.

Następnie przygotowano prochy do armat 3" przeciwlotniczych do 150 mm. haubic i do armat 6" wzór 1897-08 i wzór 1900-03-05. Są to jednak prochy niehigroskopijne, lecz nie bezpłomienne i znane są pod nazwą NH w odróżnieniu od prochów bezpłomiennych FNH.

W 1929 r. Departament Uzbrojenia Stanów Zjednoczonych zaakceptował typy prochów bezpłomiennych - niehigroskopijnych lub też tylko niehigroskopijnych do dział włącznie do kalibru 155 mm.

Du Pont Company opracowuje obecnie proch niehigroskopijny do dział dużych kalibrów, umieszczonych na podwoziach kolejowych i do dział nadbrzeżnych.

Próby strzelania przeprowadzone prochem NH w 240 mm. haubicach i w 12" armatach wzór 1888-95 dały zadowalające wyniki. Zaczęto już próby otrzymania podobnych prochów do 12" moździerzy wzór 1912.

Obecnie kontynuowane są próby i studja nad nowemi kompozycjami ciasta prochowego celem usunięcia płomienia wylotowego z dział większego kalibru bez wytwarzania dużych ilości dymu.

Dodam jeszcze, że Dep. Uzbr. Stanów Zjednoczonych dotychczas nabył od Du Pont Company około 1.860.800 kg. tych prochów, a około 453.600 kg. tego prochu wyprodukowano w zbrojowni Picatinny.

Przy wyrobie prochów karabinowych stosują Amerykanie cynę sproszkowaną, lub dwutlenek cyny, jako materjały gaszące płomień wylotowy. Substancje te są dodawane do masy prochowej przy ugniataniu. Gaszenie płomienia oparte jest tutaj na katalitycznem działaniu cyny, utrudniającem zapłonienie gazów prochowych. Dwutlenek cyny okazał się lepszym, ponieważ nie posiada własności redukcyjnych.

(d. c. n.).

662.1 + 623.451.65

Kpt. inż. MĄCZYŃSKI HENRYK.

MATERJAŁY ZAPALAJĄCE I AMUNICJA ZAPALAJĄCA.

I. MATERJAŁY ZAPALAJĄCE.

Materjały zapalające stoją na granicy między materjałami broni chemicznej a pirotechniką.

W działaniu materjałów zapalających rozróżniamy trzy momenty: 1) zapalenie materjału, 2) spalanie się materjału, 3) zapalenie przedmiotu, na który uczyniono napad.

Pierwszy moment jest nader ważny, gdyż chodzi tu, aby odrazu uzyskać dobrze rozwiniętą reakcję spalania; w przeciwnym razie efekt przepada, gdyż spalanie odbywa się nierównomiernie, co powoduje dużą stratę ciepła. Na to, aby daną substancję zapalić, używa się specjalnych materjałów. Zapalenie może być rozmaite, np. za pomocą zapalników uderzeniowych, działających przy upadku pocisku lub t. p.

Czasem zachodzi potrzeba opóźnienia zapalenia na dłuższy, lecz ściśle określony czas — niekiedy kilka minut, niekiedy zaś nawet parę godzin. W tym celu stosuje się zapalenie jako skutek pewnych reakcji chemicznych. Jest to kwestja technicznie trudna do rozwiązania, i mogą być używane różne sposoby. Mianowicie mogą tu być zastosowane specjalne przyrządy mechaniczne, które opóźniają dopływ substancji wywołującej zapalenie (np. H_2SO_4). Urządzenia takie, o ile dają się nastawiać na pewien określony czas, objęte są ogólną nazwą „maszyn piekielnych".

Nie zawsze można liczyć, że dany materjał zapalający trafi na miejsce suche, — często zapalenie musi nastąpić w środowisku wilgotnem, a nawet na wodzie.

Gdy moment zapalenia czyli wytworzenia ogniska już nastąpił, trzeba przenieść ogień na przedmiot, mający być zapalonym. W tym celu niezbędne jest wielkie wyładowanie ciepła. Koniecznym warunkiem osiągnięcia odpowiednio wysokiej temperatury jest duża szybkość przebiegu reakcji. Główną uboczną przeszkodą, powodującą obniżanie temperatury ogniska jest ruch powietrza, gdyż znaczna ilość wywiązującego się ciepła skutkiem konwekcji traci się bezpożytecznie na ogrzanie znacznych mas powietrza, a im wolniej przebiega reakcja, tem więcej w ten sposób zużywa się nieprodukcyjnie ciepła. Zasadniczo, aby otrzymać wysoką temperaturę, należy: 1) poprowadzić reakcję jaknajszybciej, jednak nie dopuścić do wybuchu; 2) zapobiec szkodliwym czynnikom, obniżającym temperaturę. Możemy to osiągnąć w pewnym stopniu przez specjalną konstrukcję paleniska,—nie da się jednak zastosować tego do pocisków. Głównie ciepło traci się przez przewodnictwo cieplne materjału, rozpraszanie w powietrzu, prądy konwekcyjne oraz przez promieniowanie. Ponieważ materjały zapalające wyrzucane w postaci pocisków nie mogą być spalane w odpowiednio urządzonych paleniskach, zatem jedynym sposobem uzyskania wysokiej temperatury jest energiczne spalanie substancji. W tym celu nie wystarcza tlen znajdujący się w powietrzu, który sprzyja jedynie reakcji powierzchniowej, trzeba więc wprowadzać do substancji specjalne źródło tlenu.

W niektórych wypadkach wystarcza dla zapalania podniesienie temperatury do 700—800^0, najczęściej jednak niezbędna jest temperatura do 2.000^0, przyczem trwająca przez dłuższy czas.

Reasumując to, cośmy powiedzieli wyżej, widzimy, że sprawa zapalania ze stanowiska chemicznego sprowadza się do: 1) urządzenia podpału, czyli masy, która po pewnym określonym czasie wytwarza w drodze chemicznej lokalne podniesienie temperatury, wywołujące zapalenie masy głównej; 2) masa główna musi dać tyle ciepła, by spowodowała zapalenie się przedmiotu stanowiącego cel napadu.

Temperatura otrzymywana podczas spalania się pewnego materjału w pierwszym rzędzie zależy od ilości wydzielanego ciepła; jednak ciepło to nie idzie całkowicie na podniesienie temperatury, a częściowo jest zużywane nieprodukcyjnie na wewnętrzne przegrzewanie się materjałów wyjściowych (paliwo), częściowo zaś na ogrzanie produktów spalania (azot, dwutlenek węgla, woda), pomijając

inne czynniki, wskazane wyżej (promieniowanie, konwekcja i t. p.).

Ponieważ gazy spalinowe utleniając się zabierają ze sobą część ciepła, więc znając ich skład i pojemność cieplną, można określić ilość ciepła „C_1" potrzebną na ogrzanie produktów spalania o 1°. Jeśli ilość wydzielonego przez spalanie ciepła nazwiemy przez Q, przyrost temperatury t wyniesie:

$$\Delta t = \frac{Q}{C_1}$$

Wzór taki byłby racjonalny, gdyby całkowita ilość wydzielonego ciepła szła na podniesienie temperatury. Faktycznie jednak dużo ciepła traci się; oznaczają więc przez Q_1 ilość ciepła zużytego na promieniowanie, przez Q_2 ilość ciepła utraconego przez przewodnictwo cieplne środowiska i przez Q_3 ilość ciepła odebranego skutkiem konwekcji, możemy powiedzieć, że na podniesienie temperatury pozostaje ilość ciepła $Q - (Q_1 + Q_2 + Q_3)$, czyli przyrost temperatury wyniesie:

$$\Delta t = \frac{Q - (Q_1 + Q_2 + Q_3)}{C_1}$$

Ponieważ przy wprowadzeniu do reakcji tlenu z powietrza równocześnie wprowadzamy i azot, który pozostając nieczynnym pochłania jednak nieznaczne ilości ciepła, znacznie dogodniej jest korzystać z takich materjałów, które zawierają w sobie dostateczny zapas tlenu.

Najłatwiej pali się biały fosfór, który wydziela ogromną ilość ciepła, wynoszącą aż 2600 kaloryj, licząc na 1 g. powstałego produktu spalania P_2O_5. Zdawałoby się, że taka wielka ilość ciepła spowoduje wysokie podniesienie temperatury. Okazuje się jednak, że faktycznie temperatura otrzymywana przy spalaniu się fosforu jest tak niska, że może wywołać zapalenie jedynie tylko bardzo łatwopalnych materjałów. Przyczyną powyższego jest to, że fosfór wchodzi w reakcję z tlenem z powietrza, skutkiem czego wielkie ilości ciepła traci się bezużytecznie. Przeciwnie, jeśli rozpatrzymy własności tak zwanych termitów, czyli mieszanin różnych typów, które spalając się, dają ogromnie wysokie temperatury, przekonamy się, że ilość wydzielonego przez nie ciepła jest stosunkowo niewielka. Naprzykład termit Goldschmidta, składający się z mieszaniny magne-

tytu (Fe_3O_4) i glinu (Al) spalając się wydziela zaledwie 790 kaloryj na 1 g. produktu spalania

$$2F_3O_4 + 8Al = 4Al_2O_3 + 9Fe$$

Efekt cieplny, wytworzony przez tę mieszaninę, jest ogromny. W reakcję nie wchodzi tlen z powietrza, zatem nie wprowadza się azotu, odbierającego część ciepła; gazy podczas spalania nie wydzielają się, niema cyrkulacji, a zatem prawie całkowita ilość ciepła idzie na podniesienie temperatury, która w rezultacie dochodzi skutkiem tego prawie do 3000^0. To też termity należą do najlepszych materjałów zapalających, mają jednak tę wadę, że muszą być przed zapaleniem ogrzane do temperatury około 1500^0 (temperatura zapalenia termitów składających się ze sproszkowanych ciał jest znacznie niższa, lecz w tej postaci termity palą się zbyt gwałtownie i krótko, a więc muszą być używane w postaci ziarenek).

Jako podpały do termitów mogą być używane różne mieszaniny, dające dostatecznie wysoką temperaturę, będąc równocześnie łatwopalnemi. Np. w tym celu można stosować mieszaninę dwutlenku baru i magnezu:

$$BaO_2 + Mg = BaO + MgO$$

lub mieszaninę żelaza molekularnego i nadmanganjanu potasu i wiele innych. Do zapalania tych mieszanin stosuje się zapalniki.

Ażeby skutkiem wstrząśnień pocisku poszczególne ziarna termitów nie zmieniały swego wzajemnego położenia, należy je utrwalić czyli zlepić. W tym celu Francuzi używali K_2SiO_3 albo 4% roztworów celuloidu w alkoholu lub terpentynie. Ten ostatni system miał swoją stronę dodatnią, gdyż palący się celuloid dawał duży płomień, rozprzestrzeniając przez to działanie termitu. Również zalewano termit roztopioną siarką, przez co uzyskiwano dodatkowe podniesienie temperatury skutkiem reakcji między siarką a żelazem: $Fe + S = FeS$. Równocześnie jednak siarka spalała się częściowo na lotny SO_2, który unosił ze sobą część ciepła, w rezultacie więc podniesienie temperatury nie było zbyt wielkie.

Mieszaniny termitowe mogą być używane zarówno w charakterze bezpośrednich materjałów zapalających, jak i w celu podgrzewania innych ciał zapalających. Skutkiem wytwarzania bardzo wysokich temperatur mogą one służyć do wywoływania pożarów w bar-

dzo odpornych materjałach, przetapiać grube blachy metalowe, niszczyć przykrycia betonowe; przy rozbryzgiwaniu palących się mas termitu mogą być osiągnięte liczne rozpalone krople, przepalające ubrania, maski przeciwgazowe i t. p.

Oprócz termitów istnieją również inne mieszaniny zapalające, dają one jednak lotne produkty spalania, co jest przyczyną dużej utraty ciepła, — a więc temperatura otrzymuje się niższa.

W czasie wojny światowej każde z państw wojujących używało swoich specjalnych mieszanin zapalających. Niemcy lotnicze bomby zapalające wypełniali mieszaniną chloranu potasowego ($KClO_3$) i parafiny. Anglicy posiadali mieszaninę bardziej skomplikowaną składającą się z:

saletry sodowej	$NaNO_3$	37,89 %
siarki	S	15,45 %
siarczku antymonu . . .	Sb_2S_3	3,79 %
żywicy		11,36 %
łoju		3,79 %
terpentyny		3,49 %
prochu czarnego		6,05 %
glinu	Al	18,18 %
	Razem:	100,00 %

We Francji stosowano przeważnie dwa rodzaje mieszanin zapalających. Pierwsza z nich była mieszaniną terpentyny i prochu bezdymnego (terpentyna rozpuszcza nitrocelulozę, i tworzy się galaretowata masa). Druga mieszanina, obmyślona przez Dawidsona, otrzymywana była w następujący sposób: bawełnę (pakuły) maczano w roztworze $KClO_3$, poczem po wysuszeniu zatapiano produktami smolistemi (parafina, gazolina i t. p.). Aby mieszaninę tę zapalić u góry bomby umieszczano podpał termitowy z siarką (tak zwany „Daisit").

Amerykanie do wypełniania bomb zapalających używali różnych mieszanin, z których ważniejsze miały następujący skład:

I-sza mieszanina amerykańska zapalająca składała się ze „stężonego oleju" (Solid Oil). Materjał ten otrzymywano z oleju naftowego rozpuszczając w nim przez ogrzewanie kwas stearynowy. Aby chwycić i utrzymać w tej mieszaninie olej, zmydlano kwas stearynowy roztworem alkoholowym ługu sodowego. W ten sposób po ogrzaniu otrzymywano mydło, w którem olej był równomiernie zaabsorbo-

wany, krzepnące po ostudzeniu na masę, posiadającą konsystencję wosku. Aby mieszanina taka nie gasła pod wpływem wilgoci, do wewnątrz wtapiano kawałki metalicznego sodu.

Druga zkolei mieszanina amerykańska miała skład:

chloran baru	$Ba(ClO_3)_2$	54	części
żywica . , ...		16	„
glin	Al	15	„
smoła asfaltowa. . .		16	„

Mieszaninę tę zapalano przy pomocy podpału przygotowanego z żelaza molekularnego i saletry potasowej lub też z minji (Pb_3O_4) i magnezu, dodając niekiedy do tego ostatniego zapału nieco zwykłego termitu.

Również w Ameryce używano następującą mieszaninę:

termit	5,7 %
PbO.	3,0 %
CuO	7,5 %
Solid Oil	71,8 %
Al	2,0 %
Razem:	100,0 %

Jako podpał do tej mieszaniny służyła mieszanina glinu (Al), dwutlenku baru (BaO_2) i nadchloranu potasu ($KClO_4$).

Niemcy, którzy — jak wiemy — dysponowali ogromną różnorodnością materjałów chemicznych, zauważyli w czasie wojny, że doskonałe rezultaty dają bomby zapalające wypełnione urotropiną i nadtlenkiem sodu Na_2O_2. Również stosowali oni z bardzo dobremi wynikami mieszaninę soli sodowej, kwasu sulfobentenowego ($C_5H_5SO_3Na$) z nadtlenkiem sodu (Na_2O_2).

Przyszłość poszczególnych materjałów zapalających zależeć będzie przedewszystkiem od łatwości ich masowego otrzymywania, taniości i zdolności zapalających.

Co się tyczy materjałów samozapalających, chemicznych, to miały zastosowanie następujące:

1) Znany dawno roztwór białego fosforu w siarczku węgla (CS_2), który zapala się spontanicznie na powietrzu po odparowaniu CS_2. Temperatura otrzymuje się niewysoka, wystarczająca aby zapalić łatwopalne materjały jak np.: słomę, strzechy słomiane, suche

gałęzie i t. p. Ponieważ siarczek węgla szybko odparowuje, aby opóźnić moment zapalania dodają nieco oleju; tak przyrządzona mieszanina zapala się po upływie kilku minut.

2) cynkoetyl $Zn\begin{matrix}\diagup C_2H_5 \\ \diagdown C_2H_5\end{matrix}$ zapala się samoistnie, dając również mały efekt cieplny.

3) zysty fosforjak PH_3 nie jest samozapalny, lecz ponieważ technicznie otrzymuje się zawsze z domieszkami P_2H_4 i P_3H_2, które zapalają się spontanicznie, również może służyć jako materjał samozapalny. Produkcja tego materjału oparta jest na działaniu wody na techniczny fosforek wapnia (Ca_3P_2).

4) Jako środek samozapalny w środowisku wilgotnem i w wodzie używa się sód metaliczny.

II. AMUNICJA ZAPALAJĄCA.

Materjały zapalające używane były do bomb, granatów, pocisków artyleryjskich oraz miotaczy ognia, stosowanych w czasie wojny światowej.

1) Bomby zapalające.

Bomby zapalające głównie stosowane były przez lotnictwo. Znaczenie bomb zapalających, jako środka wywołującego pożary i powodującego zniszczenie, było podkreślone już oddawna; projekty konstrukcyj tych bomb w czasie wojny światowej ulegały ciągłym zmianom i ulepszeniom, i w końcu dwa typy bomb okazały się najwięcej odpowiedniemi: bomba małego kalibru (bomba zapalająca angielska „Baby") i bomba dużego kalibru (bomba zapalająca francuska Schenar'a, lub amerykańska marki II). Ogólnie należy zaznaczyć, że bomby, wybuchające przy uderzeniu i rozrzucające małe kawałki materjału zapalającego na dużych powierzchniach, są mało stosowane. Małe zespolone bomby zapalające są więcej racjonalne przy użyciu ze względu na to, że można łatwiej regulować ich rozrzucaniem i w ten sposób odpowiednio pokrywać powierzchnie materjałem zapalającym.

a) Bomby niemieckie.

Bomby zapalające zazwyczaj były stosowane przez Niemców podczas napadów lotniczych łącznie z bombami burzącemi.

Typowa niemiecka bomba zapalająca (rys. 1) składa się ze skorupy blaszanej (R) z centralną przylutowaną rurką cynkową, w której umieszczona jest rurka detonatora (T). Skorupa bomby posiada wymiary: 445 mm wysokości i 110 mm średnicy (największej), jest ona omotana na całej swojej powierzchni sznurkiem wysmołowanym. Bomba posiada 3 skośne brzechwy (wys. 270 mm), które powodują ruch wirowy bomby podczas jej spadania.


Rys. 1

Skorupa bomby wypełniona była gęstą masą składającą się z węglowodorów, a dolnej części bomby umieszczona była mieszanina chloranu potasu i parafiny. Rurka centralna zawierała mieszaninę glinu i siarki.

Pod koniec wojny światowej Niemcy zaczęli stosować bomby zapalające typu rozpraszającego. Bomby te dawały 46 oddzielnych źródeł zapalania. Każdy z 46-ciu małych cylinderków zawierał około 50 g. materjału zapalającego. Cylinderki w bombie umieszczone były szeregami i oddzielane prochem. Bomba zapalana była zapomocą tarciowego urządzenia, automatycznie wyciąganego w momencie wyrzucania bomby z samolotu, a urządzona była w ten sposób, że rozrywała się w powietrzu, nie uderzając o ziemię. Przy wybuchu bomby, główka się odrywała, a małe cylinderki z materjałem zapalającym rozrzucane były w powietrzu.

Materjałem zapalającym służyła mieszanina azotanu baru i smoły. Własności zapalające tej mieszaniny były słabe i przy paleniu się jej otrzymywano nieduży szybko gasnący płomień.

b) Bomby angielskie.

Pierwsze bomby zapalające angielskie napełnione były naftą i stosowane były do podpalania zboża. Następnie stosowano bomby fosforowe. Lecz najwięcej skuteczną bombą zapalającą okazała się bomba t. zw. „Baby": 200 g. bomba, napełniona specjalnym termitem. Od 144 do 272 sztuk takich bomb umieszczano w jednej wspólnej skorupie bomby. Rzeczą godną uwagi było, że bomby „Baby"

paliły się będąc zanurzonemi do wody, przyczem z głębokości 30 cm. płomień wyrzucany był na powierzchnię.

c) Bomby francuskie.

Francuzi używali 3 typy bomb zapalających: termitową, Schenara i Dawidsona.

Bomba Schenara odznaczała się dużą mocą i dawała dobre rezultaty. Działała za pomocą mechanizmu nastawionego na czas i uruchomionego śmigłem podczas spadku; zapalenie bomby następowało przed dosięgnięciem celu. Materjałem zapalającym służyła gęsta masa, składająca się z nitrocelulozy, smoły i terpentyny. Bomba zapalająca Schenara przebijała zwykły dach budynków i wyrzucała zawartość wewnątrz budynku. Ze względu na to, że przed trafieniem bomby w cel materjał zapalający jej już się palił, powodował on zapalenie wszystkich otaczających palnych materjałów. Oczywiście, że bomby tego rodzaju stosowane były przeciw zupełnie określonemu celowi, w który można było trafić bezpośrednio. Główną wadą tej bomby była stosunkowo mała zawartość materjału zapalającego.

Bomba Dawidsona wyrzucała odrazu cały swój ładunek i była mniejszej mocy niż bomba Schenara.

d) Bomby amerykańskie.

Ameryka stosowała trzy typy bomb zapalających:

1) bombę zapalającą lotniczą marki II.
2) „ „ „ „ III.
3) „ „ typu rozpraszającego marki I.

Bomba marki II.

Bomba ta była przeznaczona do zrzucania z samolotów celem niszczenia gmachów i posiadała dużą siłę przebijającą oraz intensywność zapalania.

Bomba składała się z 2-ch części: skorupy i główki. Skorupa formy stożkowej zawierała mechanizm zapalający i posiadała w części węższej ogon celem regulowania lotu, a w części szerszej gwint, na który nakręcana była główka. Główce wykonanej ze stali nadawany był odpowiedni kształt celem zmniejszenia oporu powietrza.

Zapalanie bomby uskuteczniano zapomocą podpału termitowego umieszczonego w główce.

Skorupa bomby wypełniona była „stężonym olejem". Termit nagrzewał ścianki bomby, i skutkiem wydzielającego się ciepła olej stawał się płynnym. Uzupełniające ciepło dawał azotan sodu, umieszczony w główce pod termitem; dwa cylindry ołowiane wypełnione sodem metalicznym umieszczone były w „oleju stężonym". Sód utrudniał gaszenie mieszaniny zapalającej wodą.

Bomba marki III.

Była ona o wiele większa niż poprzednio opisana; ciężar jej wynosił 40 kg, (ciężar bomby marki II—16 kg).

Bomba ta przeznaczona była do zrzucania z samolotów celem niszczenia gmachów. Działała ona w ten sposób, co i bomba marki II.

Bomba marki I.

Była przeznaczona do zrzucania z samolotów i zapalania zboża, składów z pociskami, drewnianych konstrukcyj i t. d. Bomba ta była „typu rozpraszającego' i przy rozerwaniu jej — materjał zapalający rozrzucany był w promieniu 6 metrów od miejsca rozerwania bomby. Pożary wywoływane były przez wyrzucenie z bomby oddzielnych źródeł ogniskowych, co urzeczywistniono zapomocą wybuchu prochu czarnego umieszczonego w główce bomby. Wybuch prochu powodował zapalenie źródeł ogniskowych. Bomba zaopatrzona była w zapalnik czuły powodujący rozerwanie bomby tuż nad terenem, skutkiem czego źródła ogniskowe rozrzucane były szeroko po powierzchni ziemi. Źródła te przedstawiały kule wewnątrz puste, średn. 6,5 cm i ważące około 75 g. obwiązane na powierzchni sznurkiem. Kule te nasycone były specjalną mieszaniną, składającą się z siarczku węgla i terpentyny nieoczyszczonej lub z siarczku węgla i nieoczyszczonej nafty i t. p.

Bomby wyżej opisane nie były stosowane na froncie. Prawie wszystkie bomby zapalające amerykańskie ulegały deformacjom przy uderzeniu skutkiem słabej konstrukcji górnej i dolnej części bomby.

2) „Strzały" zapalające.

Anglicy, przypisując duże znaczenie bombom małego kalibru, wprowadzili do użycia typ bomby B.I.B. (Baby Incendiary Bomb), ciężaru 200 g. Bomby te były wyrzucane po 100 i więcej sztuk w ten sposób, że dana powierzchnia ziemi była całkowicie pokryta ogniem.

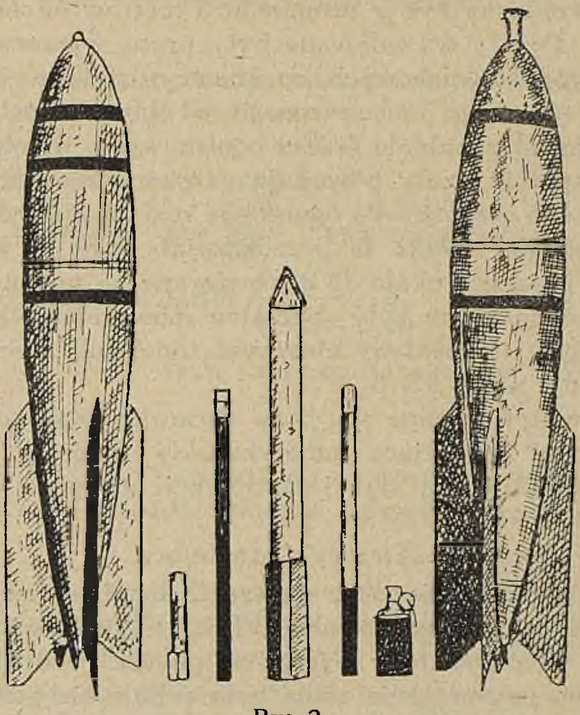
Podczas gdy Anglicy dążyli do udoskonalenia uniwersalnego

typu bomby, Amerykanie starali się stworzyć dwa typy bomb: jeden do podpalania zboża, lasów, drugi — do niszczenia gmachów. Pierwszy typ małej bomby nazwany był „strzałą" marki I. Składała się ona z cylindra wydłużonego 12-to kalibrowego, napełnionego materjałem zapalającym i zaopatrzonego w zapalnik uderzeniowy, który przy uderzeniu strzały o ziemię powodował zapalenie kapiszona, od niego ładunku podpałowego, a następnie materjału zapalającego, który palił się w ciągu kilku minut jaskrawym płomieniem.

Do ogona strzały przymocowany był stabilizator, który miał podwójne znaczenie: zabezpieczał prawidłowe funkcjonowanie mechanizmu zapalającego, a następnie, zmniejszając szybkość strzały, zapobiegał psuciu się skorupy przy zrzucaniu z dużej wysokości.

Mieszanina zapalająca składała się z substancyj utleniających (chloran baru lub sodu), redukujących (glin lub mieszanina żelaza, glinu i magnezu), wypełniających skorupę (smoła, rozdrobniony asfalt, naftalina).

Strzałka marki II (rys. 2) była skonstruowana specjalnie w celu przebijania dachów budynków i przedostawania się do ich wnętrza.



Rys. 2.
Od strony lewej ku prawej: bomba marki I, granat ręczny, strzała marki I, strzała marki II, strzała marki I, bomba marki B I, bomba marki II.

Strzałka marki II składała się z cylindra cynkowego, średn. 50 mm, napełnionego termitem i olejem „zgęszczonym" i zaopatrzona była w główkę żelazną, celem nadania jej większej siły przenikania. W ciągu pierwszej półminuty po zapaleniu termit roztapiał żelazo strzały, które łatwo przenikało do wnętrza budynku i przedstawiało rozpaloną powierzchnię dla oleju, który palił się w ciągu 10 minut.

3) Pociski zapalające.

Pociski zapalające stosowane były z dużem powodzeniem przeciwko lotnictwu oraz dla bombardowania celów naziemnych. Pociski zapalające do zwalczania lotnictwa były małego kalibru; napełniano je mieszaninami pirotechnicznemi, które zapalały się w momencie wystrzału, albo też po pewnym czasie po wystrzale.

Pociski zapalające dużego kalibru okazały się odpowiedniemi przeciwko celom naziemnym. Pociski termitowe stosowane były przeciwko dwóm wyżej omówionym celom.

Pociski zapalające fosforowe (rys. 3) posiadają wewnątrz kilka lub kilkanaście cylindrów metalowych, napełnionych fosforem. Każdy cylinder okręcony jest sznurem, przepojonym materjałem zapalającym. Przestrzeń między cylindrami wypełniona jest również materjałem zapalającym i prochem czarnym.

Przy rozerwaniu pocisku wyrzucane są cylindry z fosforem, które stanowią oddzielne źródła zapalne.

4) Granaty ręczne zapalające.

Granaty ręczne zapalające naogół miały ograniczone zastosowanie, i ten rodzaj amunicji zapalającej okazał się czasem odpowiednim dla walki pozycyjnej oraz w operacjach nacierających i obronnych.

Granaty fosforowe głównie używane były do wytwarzania dymu, jako zaś środek zapalający znalazły zastosowanie w małym stopniu.

Granaty termitowe służyły do zniszczenia broni lub sprzętu, który nie można było wziąć ze sobą przy odwrocie. Granaty te dawały możność lotnikom, którzy zmuszeni byli lądować na nieprzyjacielskiem terytorjum skutkiem zepsucia motoru, zniszczyć swe samo-

loty. Używano je również do zapalania palnych płynów, rozlanych w schronach lub rozbryzganych miotaczami ognia.

Granaty zapalające: francuski lub amerykański marki I (rys. 4) były przeznaczone do zapalania pomieszczeń z nieprzyjacielską amunicją, niszczenia przedmiotów znajdujących się przed okopami oraz do atakowania schronów.

Granat ten (rys. 4) składał się z:

1) czerepu (skorupy) formy walcowej z blachy cynowanej posiadającego w pokrywie otwór, w którym umieszczone było urządzenie zapalające;

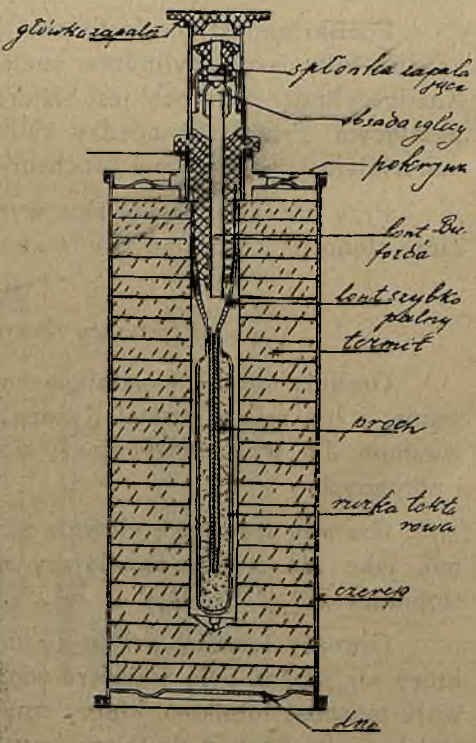
2) zapalnika uderzeniowego,

3) ładunku termitowego,

4) masy inicjującej (podpału).



Rys. 3.



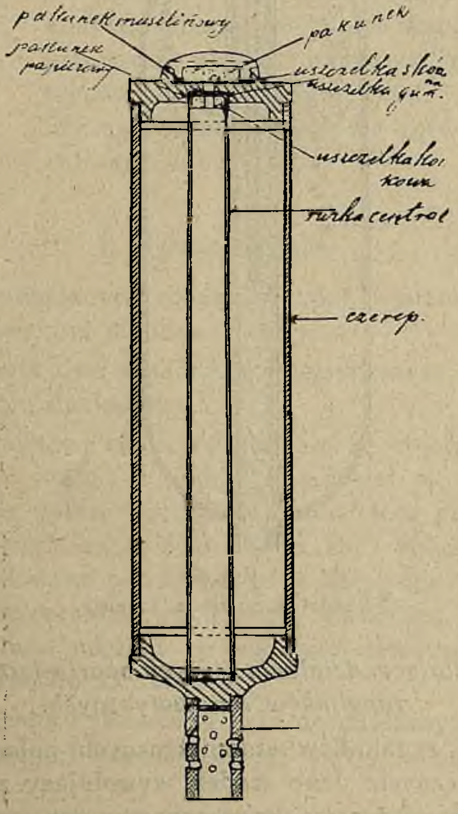
Rys. 4.

Skorupa granatu posiadała wymiary: 14 cm długości i 6 cm średnicy. Całkowity ciężar granatu wraz z ładunkiem — 750 g.

5) Bomby zapalające dla moździeży piechoty.

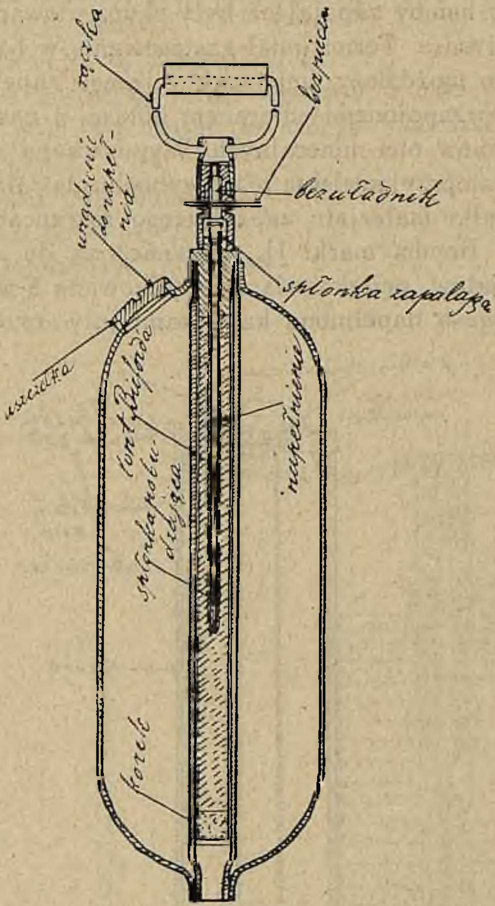
Specjalne bomby zapalające były skonstruowane dla moździeży Stokesa i Livensa. Termit miał zastosowanie w bombach Stokesa.

Bomby do moździeży (miotaczy) Livensa napełniane były kawałkami juty, przepojonemi chloranem potasu, a następnie zanurzonemi w mieszaninie olei mineralnych. Wypuszczona z miotacza bomba na pozycje nieprzyjacielskie przy wybuchu dawała duży płomień, przyczem kawałki materjału zapalającego rozrzucane były w promieniu 40 m. Bomba marki II, przeznaczona do zapalania łatwo palnych materjałów, przedstawia zmodyfikowaną 8-mio calową bombę gazową Livensa napełnioną kawałkami juty, przepojonemi chlo-



Rys. 5.
Bomba zapalająca Stokesa.

ranem potasu, zgęszczonym olejem, a następnie zanurzonemi w łatwopalny olej. Celem ugaszenia płonącej bomby koniecznem było zastosowanie dużych ilości wody. Bomby zapalające podobnego typu znalazły ograniczone zastosowanie w czasie wojny światowej (rys. 5 i 6).

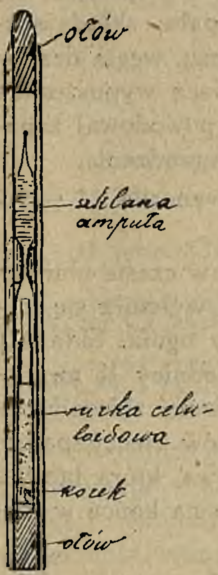


Rys. 6.
Bomba zapalająca Livensa.

6) Aparaty zapalające, działanie których oparte jest na zastosowaniu zapalników automatycznych.

Większość zapalników automatycznych polega na urządzeniach pirotechnicznych. Jako środek wywołujący zapłon może służyć stężony kwas siarczany umieszczony w rurce szklanej, po rozbiciu której wylewa się on na specjalne mieszaniny pirotechniczne.

Na tej zasadzie w wojsku niemieckiem budowano specjalne aparaty zapalające, które swym wyglądem podobne były do ołówka niebieskiego zaostrzonego z jednego końca. Aparat ten (rys. 7) posiadał wymiary: długość—175 mm, średnica 11,1 mm ważył 12 — 13 gramów. Wewnątrz aparatu znajdowała się szklana ampuła z dwoma zbiornikami, napełnionemi kwasem siarczanym, oraz celuloidowa rurka z chloranem potasu. Szklana ampuła zakończona była kapilarą, przyczem po odłamaniu zalutowanego końca kapilary kwas siarczany przesączał się do chloranu potasu i powodował wybuch i zapalenie. Obie substancje oddzielone były od siebie warstwą gliny celem opóźnienia działania aparatu na 30 minut. Korzystający z tego aparatu odłamywał koniec kapilary, następnie umieszczał ołówek w pozycji pionowej w materjale palnym i miał czasu około 30 minut, w ciągu którego mógł się skryć, zanim pokazał się ogień.



Rys. 7.

7. *Miotacze ognia.*

Jednym z nieudanych rodzajów broni, wynalezionych w czasie wojny światowej, był miotacz ognia *).

Stosowane były dwa zasadnicze typy miotacza ognia: 1) małe, przenośne, 2) duże, stacjonarne.

Przenośny miotacz ognia składał się ze zbiornika stalowego, podzielonego na 2 części: w jednej znajdował się sprężony azot, w drugiej — ciecz palna. Ciśnieniem azotu ciecz palna wyrzucana była przez rurę połączoną ze zbiornikiem. Do wytwarzania ciśnienia nie mogło być stosowane powietrze, gdyż tlen jego z parami cieczy mógł wytworzyć mieszaninę wybuchową, która pod wpływem podniesienia temperatury mogłaby spowodować katastrofę. Początkowe ciśnienie azotu wynosiło 23 atmosfery.

Ciecz palna, która stosowana była do miotaczy ognia, składała się z mieszaniny mniej lotnych frakcyj nafty, lub olejów mineral-

*) p. Przegl. Artyl. 1924 r. Str. 152 „Miotacze płomieni na froncie franc.-niem. w czasie wojny 1914-18 r.".

nych. Koniec rury rozpylacza zaopatrzony był w urządzenie zapalające, które powodowało zapalenie się cieczy w momencie jej wypuszczenia, i palenie to było podtrzymywane zapomocą spalania się w ciągu całego okresu wypuszczenia cieczy podpału, składającego się z azotanów baru i potasu metalicznego magnezu, węgla drzewnego z dodatkiem substancyj smolistych. Kiedy ciecz wypuszczana była z rury rozpylacza, wyrzucała ona tłok, który powodował zapalenie mieszaniny zapałowej za pomocą tarciowego urządzenia.

Odległość rzutu płomienia małego miotacza wynosiła 14 — 17 metrów, czas działania płomienia — minuta.

Ze względu na to, że okopy stron walczących w czasie ubiegłej wojny znajdowały się często na bliskiej odległości, wyłoniła się możliwość stosowania dużych stacjonarnych miotaczy ognia. Składały się one ze stalowego zbiornika, wysokości 1 m, średnicy ½ m, ciężaru 100 kg, który mógł się łączyć z dwoma stalowemi zbiornikami, zawierającemi azot. Zbiornik zawierał 180 litrów cieczy palnej i działał pod ciśnieniem 15 atmosfer. Rura metalowa, która łączyła się ze zbiornikiem, długości 90 cm była zaopatrzona na końcu w rozpylacz.

Odległość rzutu płomienia wynosiła 40 — 45 m, a czas działania płomienia 1 — 2 minuty.

Wobec tego, że miotacze tego rodzaju działały na odległości stosunkowo nieduże i mogły być z łatwością zniszczone przez nieprzyjaciela, zastosowanie ich było ograniczone. Nawet przy użyciu przenośnych miotaczy ognia — bardzo trudną rzeczą było podejście do celu na odległość, na której działanie miotacza byłoby skuteczne. Drugą wadą miotacza ognia był stosunkowo krótki okres działania.

Wszystkie wyszczególnione wady miotaczy ognia zdyskwalifikowały ten rodzaj broni już w czasie wojny światowej; — działanie ich było raczej moralne niż rzeczywiste.

662.1 + 623.45

Kpt., w st. spocz. ŁYSIŃSKI STANISŁAW.

ZASTOSOWANIE MATERJAŁÓW TERMOCHEMICZNYCH W UZBROJENIU.

Podobnie, jak własności dynamiczne materjałów wybuchowych rozstrzygają o ich wyborze do nabijania poszczególnych rodzajów zwykłej amunicji, tak własności termochemiczne pewnych związków i mieszanin wyznaczają im zastosowanie w amunicji zapalającej, która stanowi część środków termochemicznych uzbrojenia.

Pod pojęcie materjałów termochemicznych mogą być podciągnięte zarówno właściwe materjały zapalające, jak i wszelkie materjały wybuchowe, dające miejsce wydzielaniu ciepła.

Praca niniejsza ma jednak za zadanie przegląd analityczny i wybór typowych środków zapalających dla poszczególnych celów.

Naogół można przyjąć, że działają one znacznie powolniej od materjałów wybuchowych, właściwych i w wyniku tego działania palą lub topią przedmiot atakowany i tylko w szczególnym wypadku, gdy przedmiotem tym będzie materjał wybuchowy, mogą spowodować również wybuch.

Techniczno wojskowa ich literatura w porównaniu z literaturą o materjałach wybuchowych jest dość uboga. U Kasta w dziele „Spreng u. Zündstoffe" tu i owdzie o nich mowa; również nieco wiadomości można o nich zaczerpnąć z kursów francuskiej „Ecole centrale de Pyrotéchnic" oraz z „Explosifs de guerre" mjr. Maschat (cours superieur technique d'artillerie).

Niżej podane wiadomości polegają, prócz wym. źródeł, na własnych spostrzeżeniach i doświadczeniach praktycznych.

Pierwsze trzy rozdziały stanowią wstęp teoretyczny do praktycznego ujęcia tematu w rozdziale czwartym.

ROZDZIAŁ I.

Własności zasadnicze i podział materjałów zapalających.

Dla materjałów zapalających charakterystyczne są następujące własności:

1) ciepło reakcji (zabarwienie termiczne),

2) szybkość reakcji,

3) gęstość ładunku,

4) produkty reakcji i

5) sposób zetknięcia się materjału zapalającego podczas działania z przedmiotem atakowanym (głównie powierzchnia i długość zetknięcia).

Ciepło reakcji Q jest różnicą dwóch stanów:

1) Q_1 — ciepła tworzenia się nowopowstającego ciała chemicznego z pierwiastków,

2) Q_2 — ciepła tworzenia się dawnego ciała chemicznego również z pierwiastków. Czyli:

$Q = Q_1 - Q_2$ — jest to wzór termochemiczny, określający ciepło danej reakcji. N. p. w reakcji:

$2\ KClO_3$	$2\ KCl$
$3\ C$	$3\ CO_2$
	Q

— Q jest nadwyżką ciepła tworzenia się $3\,CO_2$ z pierwiastków C i O (Q_1) nad ciepłem tworzenia się $2\,KCLO_3$ z jego pierwiastków (Q_2). W reakcji

C	CO_2
O_2	$Q = 94300$ gramokal.

$Q_2 = O$, zatem w tym wypadku: $Q = Q_1$. Tak bywa, kiedy spalanie zachodzi kosztem wolnego tlenu i całkowicie.

Dane co do ciepła tworzenia się ważniejszych związków według Berthelot'a podaje następująca tablica:

Wzór chem. i nazwa	Ciężar drobinowy	Ciepło tworzenia się w dużych kalorjach		
		Stan gazowy	Stan płynny	Stan stały
HCl — chlorowodór	36,5	22,0	—	—
H_2O — woda	18	58,3	6,90	70,4
C_2H_2 — acetylen	26	—58,1	—	—
SO_2 — dwutlenek siarki	64	69,3	74,7	—
CO_2 — dwutlenek węgla	44	94,3	—	—
KCl — chlorek potasu	74,6	—	—	105,7
$CaCl_2$ — chlorek wapnia	111,0	—	—	169,9
K_2S — siarczek potasu	110,2	—	—	103,5
$KClO_3$ — chloran potasu	122,6	—	—	93,8
$KClO_4$ — nadchloran potasu	138,6	—	—	113,5
KNO_3 — azotan potasu	101,1	—	—	119
$Pb(NO_3)_2$ — azotan ołowiu	330,9	—	—	105,4
$C_3H_5(NO_3)_3$ — nitrogliceryna	227	—	94,5	—
$HgC_2N_2O_2$ — rtęć piorunująca	284	—	—	—63,5

Posługując się wyżej podanemi wiadomościami, można określić ciepło spalania materjałów, mających określony procentowo skład

chemiczny. Jeżeli wiadomo, że ciężar drobinowy nafty = 204, a ciepło tworzenia jej = 360 dużych kaloryj, wówczas łatwo wyprowadzić się da ciepło spalania 1 kg nafty.

Wzór chemiczny ciał wchodzących w skład nafty przedstawia się ogólnie: C_nH_{2n+2}. Zatem w przybliżeniu w 1 kg nafty będzie ok. 857 g. węgla i ok. 143 g. wodoru.

857 g. C spali się na 3143 g. CO_2, a 143 g. H spali się na 1287 g. H_2O. Stąd biorąc pod uwagę dane powyższej tablicy, otrzymamy dla 1 kg.:

$$Q_1 = \frac{3142 \, . \, 94{,}3}{44} + \frac{1287 \, . \, 58{,}3}{18} = 10902{,}35 \text{ dużych kaloryj}$$

$$Q_2 = \frac{-360 \, . \, 1000}{204} = -1764{,}75 \text{ dużych kaloryj. Zatem } Q \text{ (1 kg.)} =$$
$$= Q_1 - Q_2 = 12667{,}1 \text{ dużych kaloryj.}$$

Podobnie w przybliżeniu można określić:

ciepło spalania 1 kg.	węgla kamiennego	na ok.	8000	Kal.
" " "	drzewa suchego	"	3500—4000	"
" " "	75% dynamitu	"	1300	"
" " "	alkoholu etylowego	"	8700	" i t. d.

Szybkość reakcji wyraża się przyrostem w gramach na sekundę w stosunku do pewnego stałego przekroju masy, podlegającej reakcji.

Gęstość ładunku materjału zapalającego można rozpatrywać jako gęstość rzeczywistą poszczególnych składowych części, lub też jako gęstość grawimetryczną, nieco mniejszą i zależną od stopnia sprasowania. Ta ostatnia ma wpływ na intensywność ognia w ten sposób, że ze wzrostem jej zmniejsza się zapalność mieszanin. Istnieje też pewna granica gęstości grawimetrycznej, przy której zapalenie masy jest praktycznie nieosiągalne.

Co do produktów, otrzymywanych w reakcji, oraz sposobu ich zetknięcia z przedmiotem atakowanym, to ważnym jest stan skupienia tych produktów oraz stan skupienia atakowanych materjałów, a to ze względu na łatwość zapłonienia. Stan gazowy obu tych ciał najbardziej sprzyja zapłonieniu, dając maximum powierzchni zetknięcia. Dalej idą ciała lotne, ciecze i wreszcie ciała trudnotopliwe jak n. p. metale.

Wszystkie wyż. wym. własności rozstrzygają o bojowem zastosowaniu danego materjału. Stąd liczne znane materjały zapalające

można usystematyzować w pewne grupy według ich zastosowania w środkach zapalających takich, jak pociski, bomby i t. p.

W dalszym ciągu będzie mowa szczegółowo o następujących grupach materjałów oraz środków zapalających przeznaczonych:

1-sza gr. — do niszczenia budowli.
2 — „ — do palenia lasów i t. p.
3 — „ — do palenia gazów w balonach, zbiornikach i t. p.
4 — „ — do palenia płynów palnych — materjałów pędnych — w zbiornikach, cysternach i t. p.
5 — „ — do niszczenia materjałów wybuchowych, amunicji i t. p.
6 — „ — do niszczenia przez stopienie konstrukcyj metalowych.
7 — „ — do wyrobu przewodów ogniowych i t. p.

Prócz tych specjalnych celów, środki zapalające w wypadku rażenia celów żywych powodują niekiedy dotkliwe skutki, jak n. p. szrapnele zapalające.

ROZDZIAŁ II.

Składniki niezbędne materjału zapalającego — grupy: piroforowa i pirogeniczna.

Rozpatrując bardzo liczne zjawiska spalania różnych ciał z tlenem oraz bardzo nieliczne spalania z chlorem, wreszcie z siarką, nie trudno zaważyć, że do takiego łączenia z wydzieleniem ciepła a także światła — niezbędne są conajmniej dwie grupy chemiczne: spalająca i spalana, które, przez analogję do grup chromogenicznych i chromoforowych w chemji barwników, można nazwać grupą pirogeniczną i gr. piroforową. Prócz tego nazwa „pirofor" znana jest w chemji i oznacza ciała samozapalające się na powietrzu; takiemi są n. p. molekularny ołów, mol. żelazo, fosfór, pewne gazy organiczne. W tym wypadku grupą pirogeniczną jest tlen, zawarty w powietrzu.

Następujące ciała zawierają szczególniej czynne grupy pirogeniczne: powietrze, tlen czysty, ozon; azotany; chlorany; nadchlorany; nadmanganjany; tlenki chloru, azotu; bezwodniki: kwasu azotowego, nadmanganowego; dwuchromiany; kwas azotowy stężony; tlenki: żelaza, chromu, manganu, miedzi, ołowiu i t. p., a także niekiedy — chlor i siarka.

Grupami piroforowemi mogą być:

Wodór, węgiel, siarka, fosfór, węglowodory, i t. p., ciała organiczne, dwusiarczek węgla, siarczek antymonu, fosforek wapnia, wapń, magnez, molekularny ołów i żelazo, glin, potas, sód, nafta, benzyna, benzol, naftalina, antracen, smoła, terpentyna i t. p.

ROZDZIAŁ III.

Charakterystyczne dla zjawiska spalania doświadczenia laboratoryjne. — Wnioski.

Reakcja Goldschmidta. Znana reakcja wymiany, zachodząca między tlenkami pewnych metali, jak żelazo, chrom, mangan, miedź— z jednej strony a metalami redukującemi, jak glin, wapń, magnez — z drugiej, — wywiązuje znaczne ilości ciepła. Jest to ciepło spalania się glinu (wapnia, magnezu) kosztem tlenu, zawartego w tlenku danego metalu. Aby to spalanie zapoczątkować, trzeba podgrzać mieszaninę (o składzie procentowym, wynikającym ze stosunku stechiometrycznego reakcji) tak, aby zaczął się uwalniać tlen z tlenku metalu. Im silniej jest tlen związany z metalem, tem siła podgrzewania czyli podpał musi być intensywniejszym.

Schematycznie reakcja przedstawi się tak:

	Grupa pirogeniczna		Grupa piroforowa		
	Metal		Glin		
Ciepło podpału →	|	→	Wapń	→	ciepło wydzielone
	Tlen		Magnez		

Im silniejsze jest wiązanie między tlenem a metalem w danym tlenku, tem silniejsze musi być ciepło podpału, aby reakcja została zapoczątkowaną. N. p. łatwiej wywołać reakcję z $Fe_2 O_3$, niż z $Fe_3 O_4$.

Przeprowadzając w laboratorjum reakcję Goldschmidta z tlenkami: Pb, Cu, Mn, Fe i Cr oraz Mg i Al, łatwo ustalić następujący szereg mieszanin, zwanych wg. terminologji niemieckiej „termitami", a francuskiej — „kalorytami", o stopniowo wzrastającej sile niezbędnego podpału:

1. $PbO_2 + 2\,Mg$ (temperatura topienia Pb = 327°,4; t. wrz. = = 1525°).
2. $Pb_3O_4 + 4\,Mg$.
3. $Pb_2O_3 + 3\,Mg$.
4. $PbO + Mg$.
5. $Pb_2O + Mg$.
6. $CuO + Mg$. (p t. Cu = 1802,6°).
7. $3\,CuO + 2\,Al$.
8. $3\,MnO + 2\,Al$ (p. t. Mn = 1230°).
9. $Fe_2O_3 + 2\,Al$ (p. t. Fe = 1550°).
10. $Cr_2O_3 + 2\,Al$ (p. t. Cr = 1650°).
11. $3\,Fe_3O_4$ (proszek) + 8 Al (proszek).
12. $3\,Fe_3O_4$ (ziarnka) + 8 Al (ziarnka).

Prócz wzrastającej siły wiązania tlenu, w szeregu powyższym widać podnoszenie się punktu topliwości metali. Jeszcze n-ry 4 i 5 w wyżej wym. termitów dadzą się łatwo zapalić zapałką lub włóknem prochu bezdymnego i t. p., dając w wyniku palenia biały płomień i masę białawego dymu; nr. 6 — w sposób podobny — przy dopływie tlenu z zewnątrz; nr. 7 — za pośrednictwem któregoś z poprzednich termitów, a także specjalnych podpałów, o większej intensywności cieplnej — przyczem przebieg reakcji jest spokojny, dając miedź w stanie płynnym. Następne n-ry 9, 10, 11 i 12 — wymagają podpałów specjalnych i mają przebieg reakcji, zależnie od warunków, burzliwy lub spokojny. Zasługują one na szczegółową charakterystykę tembardziej, że reakcja ich spalania daje b. wysokie natężenia ciepła. Tak więc: termit nr. 9 ($Fe_2O_3 + 2\,Al$) jest to mieszanina starannie przygotowana, złożona z 74% chemicznie czystego czerwonego tlenku żelaza (Fe_2O_3) oraz 26% glinu (Al) w proszku pylącym. Termit ten jest trudno zapalny. Do zapalenia jego nie wystarczają: płomień zapałki, prochów bezdymnych i dymnych, termitów wyżej przytoczonych od nr. 1 do 8, a także podpał z mieszanin chloranów z siarką i związkami organicznemi. Natomiast z wielu prób skutecznemi są n. p. dwa następujące sposoby zapalania:

1-o — zapomocą łańcucha podpałów:

a) proch czarny,

b) 50% kalorytu nr. 9 + 50% miału prochowego — dobrze wymieszanych,

c) 75% termitu nr. 9 + 25% miału prochowego;

2-o — zapomocą mieszaniny jednolitej, złożonej z: Cr_2O_3, Al, Mg, $KClO_3$ i $K_2Cr_2O_7$, o której będzie mowa niżej.

Spalanie w ilości około 150 g. w stanie nie sprasowanym na miseczce żelaznej o grubości ok. 1 mm. zachodzi szybko i z podmuchem, gdyż pewna część tlenu wydziela się, rozrzucając mieszaninę, która się spala w powietrzu; znaczna część Fe_2O_3 przechodzi w Fe_3O_4; część rozpylonego żelaza nowopowstałego spala się z powrotem; pewna ilość glinu rozpyla się w powietrzu, a także spala w otaczającym tlenie. Na miseczce pomiędzy temi produktami znajduje się znikoma ilość drobnych kropelek żelaza, sama zaś miseczka pozostaje nienaruszona.

Przy spalaniu większej masy — ok. 1 — 1,5 kg. w stanie sprasowanym w rurze stalowej o średnicy wewnętrznej = 58 mm. i grubości ścianki = 4 mm. — ścianki rury nie stopią się nawet na wewnętrznej powierzchni.

Termit nr. 10 — ($Cr_2O_3 + 2Al$) jest to jednolita mieszanina, złożona z 74% zielonego tlenku chromowego (Cr_2O_3) oraz 26% glinu (Al) rozpylonego. Nie zapala się od nr. 9, natomiast jak wyżej — pkt. 2-o. Podczas reakcji pryskają krople roztopionego metalu. Miseczka żelazna o grubości 1 mm. przy użyciu około 50 g. mieszaniny — zostaje przetopiona na wylot. Jednakże w wyniku otrzymuje się przeważnie masa czarniawa o wielkiej twardości (rysuje stal), złożona zapewne z niższych tlenków chromu; wśród tej masy znajdują się kropelki metalicznego chromu. Chcąc otrzymać maximum chromu metalicznego w jednej masie, należy w naczyniu z gliny palonej o średnicy ok. 8 cm. i wysokości ok. 15 cm. umieścić dokładną mieszaninę uprzednio sproszkowanych: 35 g. Cr_2O_3, 20 g. $K_2Cr_2O_7$ i 20 g. Al pylącego, podsypując na dnie 10 g. sproszkowanego CaF_2 i pokrywając z wierzchu mieszaninę 5 g. Al i 15 g. BaO_2. Jako podpału można użyć termitu nr. 4 (p. wyżej). Doświadczenie należy przeprowadzać pod dygestorjum, gdyż kropelki chromu pryskają na odległość ok. 1 m. W wyniku otrzymuje się duża kulka chromu. Użyty w tym wypadku dwuchromian potasu, wydzielając tlen, wzmaga reakcję na początku; użyty w większej ilości powoduje przebieg wybuchowy.

Termit nr. 11 ($3Fe_3O_4 + 8Al$) — składa się z 76% Fe_3O_4 w postaci czarnego proszku oraz 24% glinu w proszku pylącym — dokładnie wymieszanych. Zapala się on trudniej, niż nr. 9. N. p.

jednym ze sposobów niezawodnych zapalania jest łańcuch, jak wyżej przytoczony pkt. 1-o z dodanemi ogniwami:

d) Termit nr. 9.

e) 75% nr. 9 zmieszanego z 25% nr. 11.

f) 50% nr. 9 + 50% nr. 11 (zmieszane).

g) 25% nr. 9 + 75% nr. 11.

h) nr. 11. —

Również jest dobry sposób, jak w pkt. 2-o (p. wyżej).

Wśród szlaki otrzymuje się pewna ilość roztopionego żelaza w postaci kropli wielkości małego orzecha (przy użyciu ok. 200 g. mieszaniny). Miseczka żelazna o grubości 1 mm. zostaje przetopiona w miejscach zetknięcia z kroplami metalu. Spalony w rurze stalowej o grubości ścian = 4 mm, a średnicy wewn. = 58 mm, termit ten w stanie sprasowanym miejscami przetapia nawet na wylot ściankę rury. Reakcja jest spokojniejsza, niż reakcja termitu nr. 9.

Termit nr. 12 ($3\,Fe_3O_4 + 8\,Al$) — składa się z 76% t. zw. zendry w kawałkach o średnicy 1 — 2 mm. (spalone żelazo) oraz 24% glinu w ziarnkach również ok. 1 — 2 mm. średnicy. Zapala się on jeszcze trudniej od poprzedniego, bo prócz łańcucha podpałów wymaganego dla termitu nr. 11 wymaga jeszcze 2 — 3 ogniw przejściowych, zawierających większy % zendry i gruboziarnistego Al obok tychże składników w stanie sproszkowanym. Można go również zapalić sposobem jak w pkt. 2-o. Spalanie tego termitu odbywa się spokojniej niż opisanych poprzednio, bez deflagracji gazów, choć niekiedy pryskają pojedyńcze krople metalu. Stosunek ilościowy otrzymanego żelaza jest większy, niż w poprzednich doświadczeniach; szczególniej przy użyciu bardzo czystej zendry lub jeszcze lepiej czystego magnetytu w ziarnkach — ilość szlaki będzie stosunkowo nieznaczna. Wydajność ciepła jest duża; o ile materjał został sprasowany tak, iż jego gęstość grawimetryczna przekracza 3, wówczas osiągnięte natężenie ciepła jest w możności stopić rurę ze stali o średnicy wewn. = 58 mm. i grubości ścian = 5 — 6 mm.

Zastępując w termitach nr. 9 — 12, glin węglem w postaci bądź grafitu, bądź węgla drzewnego lub koksu — w doświadczeniach analogicznych spalania uskutecznić nie można.

Wszystkie te termity o reakcji spalania typu Goldschmidta, dając minimalną ilość gazów, trącą ciepło powolniej, niż materjały

zbliżone do wybuchowych, lecz prędzej, niż ciała organiczne spalane na wolnem powietrzu.

Dalszemi n-rami kolejnemi można oznaczyć termity, które zawierają coś innego poza tlenkami metali i metalami redukującemi.

Termit nr. 13 (Fe_2O_3 + Al + $KClO_3$ + terpentyna) — daje potężny płomień, paląc się gwałtownie, jednak nie może zapalić takich mieszanin, jak nr. 1 1i 12.

Termit nr. 14 [(Cr_2O_3) + (Al) + (Mg) + ($KLlO_3$) + ($K_2Cr_2O_7$)] sporządzony wg. przepisu następującego:

Cr_2O_3 — 74%	100 g.		
Al — 26%			+ $K_2Cr_2O_7$ — 20 g.
Mg — 38%	100 g.		
$KClO_3$ — 62%			

jest dość łatwo zapalny — n. p. za pomocą termitu nr. 4 (PbO + Mg). Zapalony w stanie luźnym daje wybuch, podobnie do prochu czarnego, któremu towarzyszy oślepiający błysk (ciemne okulary!). Zapala on bezpośrednio wszystkie w. wym. termity, o ile zwłaszcza został sprasowany, a zetknięcie między materjałami jest dość szczelne. Sporządzona z niego pod ciśnieniem laseczka, o wymiarach średn. = 10 mm., wysok. = 60 mm. i o ciężarze = 11,6 g., zapalona w matrycy stalowej o grubości ścian = 25 mm., spalając się gwałtownie wytapia w niej otwory na wylot, o ile uszczelnienie jest kompletne.

Termit nr. 15 [Mn_2O_7 (osobno) + CH_3OH (osobno)] przedwia dwa płyny starannie izolowane (szkłem) od siebie.

Alkohol metylowy można w nim zastąpić przez C_2H_5OH, benzynę i inne palne związki organiczne. Reakcja zachodzi bez uprzedniego podgrzania, przy zwykłem zetknięciu grupy piroforowej i pirogenicznej, przyczem w wypadku CH_3OH — zachodzi wybuch wobec dużej ilości powstających produktów gazowych w myśl reakcji:

Mn_2O_7	2 MnO_2
CH_3OH	CO_2
	2 H_2O
	+ Q Kaloryj.

Częściowo może zdarzyć się też rozkład wybuchowy:

Mn_2O_7	2 MnO_2
	O_3 — ozon

co przyśpiesza reakcję spalania. Przy zastosowaniu alk. etylowego (C_2H_5OH) obok CO_2 powstaje też aldehyd mrówkowy i spalanie odbywa się bez wybuchu.

W przeprowadzonem doświadczeniu izolowano w 10 mm. próbówce około 10 g. Mn_2O_7, umieszczono go ostrożnie w 25 mm. rurce szklanej, zawierającej alkohol metylowy (CH_3OH), całość oprawiono w rurkę mosiężną i rzucono. Nastąpił wybuch, przyczem nadmiar CH_3OH, płonąc, rozprysnął się.

Mieszanina nr. 15 nie znalazła dotychczas zastosowania praktycznego ze względu na nietrwałość związku Mn_2O_7.

Termit nr. 16 [$2Cl_2O$ (osobno) + C (osobne)] — jest również samozapalną kombinacją. Doświadczenie przeprowadzono w sposób następujący: do ok. 5 g. $KClO_3$ na małej miseczce porcelanowej (zabezpieczyć oczy przed wybuchem!) dodano nieco stężonego H_2SO_4, a następnie wydzielający się żółty gaz potraktowano odrobiną sproszkowanego węgla drzewnego. Nastąpił silny wybuch — jednak bez widocznego płomienia — przyczem zawartość miseczki została silnie wyrzucona. Prawdopodobnie w tych warunkach, obok łączenia się węgla z tlenem, następuje wydzielanie wolnego chloru wg. reakcyj:

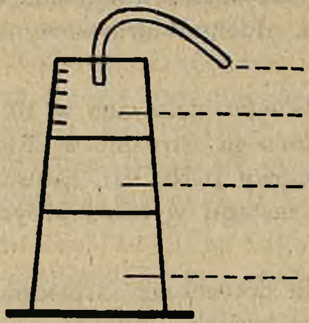
$2KClO_3$	K_2SO_4		C		$2Cl_2O$	CO_2
H_2SO_4	H_2O	;	O_2	CO_2 i	C	$2Cl_2$
	Cl_2O					
	$2O_2$					

co zapewne powoduje nieobecność zjawiska świetlnego. Zbadanie istotnego przebiegu tego procesu chemicznego wymaga doświadczeń dalszych. W każdym razie znane samozapalne kombinacje dające się zilustrować wzorem

$$\{[KClO_3 + (S, C_6H_{10}OH, C_6H_6, \ldots\ldots)] + H_2SO_4\},$$

wywołują reakcje podobne do w. przytoczonych, jednak otrzymuje się dość intensywny płomień o stosunkowo słabem natężeniu ciepła. Niemożna n. p. zapalić niemi termitu nr. 9, natomiast można termity nr. 1 — 5, a także wszelkie kombinacje soli bogatych w tlen ze związkami organicznemi.

Na zakończenie tego materjału doświadczalnego wypada przytoczyć próby zapalania materjałów wybuchowych za pomocą termitu nr. 11.



Rys. 1.

W 11 mm. łusce mosiężnej od sztucera myśliwskiego umieszczono, jak na załączonym rysunku — na samem dnie do wysokości ok. 20 mm. w pierwszej próbie tetryl sproszkowany, w drugiej — melinit sproszkowany, w trzeciej i czwartej — żelatynę wybuchową Nobla; następnie do wysokości około 10 mm. umieszczono termit nr. 11; poczem cienkiemi warstwami — podpał opisany przy termitach nr. 9 i 11 w pk-cie 1-o, idąc ku górze w kolejności: h), g), f)... a). Wreszcie umieszczono włókno kordytu, które zapalono. Wynik był następujący:

1-o łańcuch podpałów wraz z termitem nr. 11 spalił się normalnie, stapiając górną część łuski mosiężnej, aż do poziomu materjału wybuchowego;

2-o nowopowstałe z termitów materjały zostały odrzucone od materjału wybuchowego przez podmuch górnej warstwy tego materjału;

3-o każdy z wyżej wyszczególnionych materjałów wybuchowych płonął w dalszym ciągu bez wybuchu.

Wnioski. 1. Natężenie ciepła w reakcji spalania, czyli łączenia grupy piroforowej z grupą pirogeniczną, ma swój równoważnik w osiągniętej temperaturze.

2. Natężenie cieplne (q) płonącej masy da się wyrazić, jako iloczyn z ciepła reakcji 1 grama $\left(\frac{Q}{m}\right)$ w dużych kalorjach/gram przez szybkość reakcji (v) w gramach na sekundę — razy spółczynnik gęstości $\left(K \frac{d_1}{d_2}\right)$, (gdzie d_1 — oznacza gęstość grawimetryczną mie-

szaniny, użytej do reakcji, a d_2 — maksymalną jej gęstość dopuszczalną), razy spółczynnik ciśnienia $\left(K \frac{p_1}{p_2}\right.$, gdzie p_1 — oznacza ciśnienie mas podczas reakcji, a p_2 — największe ciśnienie, które wytrzymuje dane uszczelnienie, zamknięcie), wreszcie — razy spółczynnik ciepła właściwego $\left(K_2 \frac{c_1}{c_2}\right.$, gdzie c_1 — oznacza ciepło właściwe masy, powstającej w reakcji wziętej za podstawową; (n. p. $Fe_2O_3 + 2\,Al = Al_2O_3 + 2\,Fe$; w tym wypadku będzie to średnia z ciepeł właściwych $Al_2O_3 + 2\,Fe$, inaczej ilość kaloryj, potrzebna do ogrzania 1 grama średniej masy ($Al_2O_3 + 2\,Fe$) o 1 stopień Cels.), c_2 — oznacza ciepło właściwe masy, pozostającej w danej reakcji. A zatem wzór.

$$q = \frac{Q}{m} \cdot v \cdot K \cdot K_1 \cdot K_2 \frac{d_1 \cdot p_1 \cdot c_1}{d_2 \cdot p_2 \cdot c_2} \left(\frac{\text{Kal.}}{\text{sek.}}\right)$$

ilustruje przypływ ciepła w miarę powstawania nowych produktów reakcji w jednostce czasu. Wartość tego natężenia ciepła da się określić przy pomocy pewnych danych doświadczalnych, jak: tablica ciepeł właściwych szeregu pierwiastków i związków chemicznych, gęstości (d_1, d_2) i ciśnień (p_1 i p_2).

$\frac{Q}{m}$ znajduje się, jak w rozdz. I, dzieląc następnie ciepło reakcji — Q na ilość gramów, odpowiadającą ciężarowi drobinowemu — m, czyli na t. zw. grammolekułę.

Równoważnikiem natężenia cieplnego jest temperatura ciał, otrzymywanych w reakcji. Znając z wyniku doświadczeń (pomiarów ciepła, gęstości i t. d.) wartości K, K_1 i K_2 i mając tablice Q i m dla pewnych termitów, można określić dla nich wartość q.

Jeżeli również doświadczalnie określimy w jednym wypadku temperaturę reakcji spalania i jej natężenie ciepła, jako równoważnik, wówczas ze stosunku między temi wartościami da się określić q_1 innej reakcji, mając temeperaturę jej, i odwrotnie. Na tej podstawie możnaby określić temperaturę (przynajmniej w setkach stopni) różnych reakcyj spalania. Dla celów praktycznych na razie wystarczy ustalenie szeregu mieszanin o wzrastających: q, q_1, q_2... i t. d., jak to jest w opisanym przykładzie termitów od nr. 1 do 12.

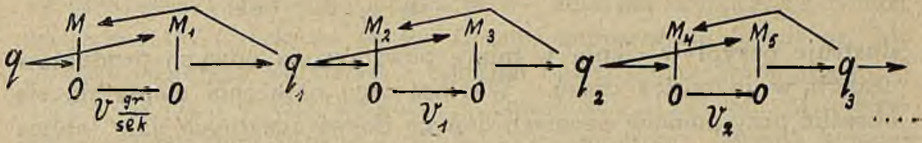
3. W zwykłych warunkach doświadczeń natężenie ciepła w częściach przekroju masy termitu, przyległych do obcego środo-

wiska, zmniejsza się o ciepło, pochłonięte przez to środowisko. Zmniejszenie to może być tak znacznem, że reakcja może się przerwać, jak to bywa przy zapalaniu termitów w dość cienkich rurkach metalowych.

4. O zapłonieniu ogniwa sąsiedniego w łańcuchu termitów rozstrzyga natężenie ciepła q, a nie ciepło tworzenia Q.

5. Natężenie ciepła przy spalaniu jest to wyższe natężenie ciepła, odpowiadające punktowi topliwości metalu, wydzielającego się w reakcji Goldschmidta (topienie miseczki żelaznej, rury stalowej i t. p. przez termity nr. 12 oraz niemożność spalania się termitu nr. 9 — 12, w którym Al nastąpiono przez C).

6. Łańcuch, złożony z termitów, jako ogniw, zapalających się w kolejnem następstwie jeden od drugiego (poprzedzającego) schematycznie da się przedstawić następująco:



gdzie:

q — jest to natężenie ciepła, niezbędne do zapoczątkowania palenia łańcucha (pierwszy impuls);

q_1, q_2, q_3 i t. d. są to natężenia cieplne poszczególnych ogniw tegoż łańcucha;

M, M_2, Mn... i t. d są to pierwiastki (metale) grupy pirogenicznej;

M_1, M_3, M_5 — są to metale grupy piroforowej;

O — oznacza tlen, linje pionowe oznaczają jego wiązanie z metalem;

v, v_1, v_2 i t. d. — szybkość łączenia się tlenu z piroforem.

7. Gdy natężenie ciepła $q_{(n+1)}$, powstające przy łączeniu pierwiastka $M_{(n+1)}$, z tlenem (O) jest niższe, niż punkt topliwości pierwiastka M_n, wówczas palenie łańcucha termitów przerywa się. Przykład: tlenek żelaza i węgiel.

8. Redukcja tlenku żelaza za pomocą węgla (koksu) staje się możliwa tylko przy stałem podnoszeniu natężenia cieplnego, jak to n. p. zachodzi przy zastosowaniu prądu gorących gazów oraz ułożeniu warstwowem w piecach hutniczych.

9. Łatwość wydzielania się tlenu z tlenków oraz ilość powstających produktów gazowych wpływa na przebieg reakcji — spokojny, gwałtowny lub wybuchowy.

Przykłady: 1) $\begin{array}{r|l} 3\,Fe_3O_4 & 9\,Fe \\ 8\,Al & 4\,Al_2O_3 \end{array}$, 2) $\begin{array}{r|l} PbO & MgO \\ Mg & Pb \end{array}$,

3) $\begin{array}{r|l} 2\,KClO_3 & 2\,KCl \\ 2\,Al & Al_2O_3 \\ & O_3 \end{array}$.

10. W zamkniętem ogniwie natężenie ciepła może być podniesione przez: sprasowanie materjału (spółczynnik gęstości), dodanie związków tlenowych lub prąd gazów (szybkość), wreszcie — przez mocne zamknięcie w chwili reakcji (spółczynnik ciśnienia). Przykład: stopienie stalowej matrycy o grubości ścianek = ok. 25 mm. za pomocą termitu nr. 14 (mieszaniny: Cr_2O_3, Al, $K_2Cr_2O_7$, Mg i $KClO_3$).

11. Wnioski powyższe o natężeniu cieplnem dają się również zastosować do materjałów wybuchowych o charakterze termitów (proch czarny, mieszaniny chloranowe i t. p.).

12. W łańcuchu termitów (pkt. 6) q może mieć wartość = O: jest to przy kombinacjach (nie mieszaninach) samozapalnych, jak: $Mn_2O_7 + CH_3OH$; $Cl_2O + C$; Terpentyna + HNO_3 (N_2O_4, N_2O_5 i t. p.).

13. Wybuch materjałów wybuchowych o charakterze termitów, jak proch czarny, nie wymaga fali wybuchowej i może być spowodowany za pomocą innego termitu.

14. Dla spowodowania wybuchu materjałów wybuchowych typowych, jak: nitrogliceryna, tetryl, kwas pikrynowy w całej ich masie — poza falą wybuchową, dostateczne jest pewne nagrzanie w większej masie; samo tylko nagrzanie, choćby dość silne, powierzchni — nie wystarcza (inną kategorję stanowią tu materjały takie, jak rtęć piorunująca, trójazotek ołowiu i t. p.).

15. W doświadczeniu zapalania materjałów wybuchowych zapomocą termitów usunięto niemal zupełnie czynnik ciśnienia (przez zastosowanie łatwo topliwej łuski), przez co ograniczono działanie ciepła jedynie do cienkiej zwierzchniej warstwy mat. wyb.

Przy zastosowaniu łuski żelaznej ogrzaniu podlegałaby większa masa mat. wyb., i wówczas wybuch mógłby nastąpić.

ROZDZIAŁ IV.

Główniejsze zastosowania poszczególnych grup materjałów zapalających.

1. Materjały nadające się do palenia budynków i sposoby ich użycia. Do zapalania budowli drewnianych wystarcza pewna ilość nafty, benzyny, smoły, terpentyny i t. p., gdyż pożar szerzy się łatwo dzięki obfitości materjału palnego oraz dopływowi tlenu. Łatwość spalania zależna jest również od ilości powstających ognisk. Toteż odpowiednie są w tym wypadku frs. szrapnele zapalające, a także pociski o ładunku złożonym z 50% ($Ba(No_3)_2$ = 380 cz. + Mg = = 150 cz. + oleju lnian. = 30 cz.) oraz 50% prochu czarnego w ładunku wewnętrznym.

Jeżeli jednak ogień atakuje trudno palne części, jak drzewo w murze i t. p., a oprócz tego trafia do przestrzeni niemal niedostępnej dla przypływu powietrza, to potrzeba przy użyciu większej ilości materjału pożarowego podnieść jego działanie przez dodanie: 1) związków tlenowych, 2) materjałów o długotrwałem spalaniu się i 3) termitów o wysokiem natężeniu ciepła. Ilość znaczniejsza materjału pożarowego potrzebna jest ze względu na znaczne pochłanianie przez otaczające środowisko wytwarzającego się ciepła (p. wniosek 3 — rozdz. III).

Bomby burzące, niszcząc mocne trudnopalne budynki, nie są w możności doszczętnie zniszczyć ich zawartości, przedstawiającej n.p. materjał wojenny.

I w tym wypadku z pomocą mogą przyjść średnie bomby ładowane: nadchloranem lub chloranem potasu — jako główną częścią pirogeniczną, dalej — ropą naftową, naftaliną, antracenem — jako częścią piroforową w nadmiarze, wreszcie specjalnym ładunkiem złożonym z termitów typu opisanych n-rów: 9 — 12, celem podniesienia natężenia cieplnego. Przykładem — niemieckie bomby lotnicze zapalające, które zawierają: w naczyniu wewnętrznem termit typu nr. 8 ($3\,MnO_2$ + 4 Al), w zewnętrznem zaś naczyniu otaczającem zawierają dużą ilość naftaliny lub antracenu z dodatkiem nadchlora-

nu potasowego. Początkowo zamiast naftaliny ładowano benzol, który okazał się niepraktycznym, ze względu na możliwość zapalenia od uderzenia pocisku karabinowego, a poza tem — benzol spala się zbyt szybko.

Do zapalania celów otwartych dla dopływu powietrza przy niezbyt wielkiej ich odporności skutecznym jest fosfór biały w kawałkach lub rozpuszczony w dwusiarczku węgla obok smoły pogazowej. Kombinacja ta znalazła zastosowanie w angielskich granatach ręcznych zapalających. Francuskie bomby lotnicze pożarowe zawierały, jako ładunek, kawałki fosforu żółtego, zatopione w nafcie, oraz środki dymiące dla wskazania miejsca trafienia bomby. Nieobecność ciał pirogenicznych w tym wypadku pozwala na przeznaczenie takich bomb do zrzucania na cele dostępne dla dopływu powietrza lub zawierające materjały tlenowe, a także prawdopodobnie, do działania łącznego obok środków burzących. Niemieckie pociski zapalające przeznaczone dla budynków drewnianych zawierały termit o składzie, jak opisany nr. 12 z bardzo nieznacznym dodatkiem krzemianu sodowego.

Podczas wojny światowej najczęściej służyły do tego celu zwykłe szrapnele skalowane na uderzenie oraz specjalne pociski zapalające o zawartości według recept poszczególnych państw. Tak więc, angielskie pociski zawierały. 58% KNO_3 + 9% S + 10% C + + 23% parafiny; niemieckie: 74,8% KNO_3 + 22,6 S + 2,6% C; austrjackie: 28,7% KNO_3 + 17.2% S + 23,1% smoły pogazowej + 2,3% drobno krajanego kopyta + 17,2% miału prochowego + 11,5% prochu cz. w ziarnkach; rosyjskie: 53% KNO_3 + 42% S + 5% C, lub 80% KNO_3 + 20% asfaltu; francuskie zawierały: saletrę i smołę pogazową z tkaninami, kombinowane z fosforem i CS_2 i zapalane prochem czarnym.

2. *Materjały i środki do zapalania lasów, traw i t. p.* Nadają się tu materjały o niezbyt dużem natężeniu ciepła, stanowiące ładunek bomb, działających na pewnej przestrzeni i dających jak największą ilość ognisk, lub powierzchnię płonącą. Prócz niezbędnego podpału mogą one zawierać znikomą ilość ciał pirogenicznych, ponieważ dostęp powietrza do atakowanego celu jest w tym wypadku b. łatwy. Szybkość palenia materjału powinna być mała. Z powyższego wynika, że mogą to być kombinacje: fosforu żółtego, zatopionego w nafcie, benzynie, dwusiarczku węgla, smole i t. p. oraz środków dymnych, wskazujących punkt trafienia (francuskie środki zapalające); dalej, do bombardowania tych jak i poprzednio wym. ce-

lów nadawałyby się bomby o ładunku podwójnym: 1) wyrzucającym, złożonym z prochu czarnego, 2) głównym zapalającym złożonym n. p. z: (32% $KClO_3$ + 4% ropy naftowej) + (14% odpadków rogowych i tkanin: filcu, sukna i t. p., przesyconych 20% saletry potasowej) + 30% siarki w kawałkach o średnicy = ok. 10 mm.

Termity typowe dla reakcji Goldschmidta, o grupie pirogenicznej Fe_3O_4 i t. p., osiągają skutek przy zastosowaniu jednoczesnem środków rozrzucających (pociski rozpryskowe, bomby wyrzucające); zawsze jednakże ogólna powierzchnia ich zetknięcia z przedmiotem atakowanym jest zbyt mała, okres żarzenia się krótki, poza tem brak, przynajmniej na początku działania, produktów gazowych, dających płomień, — co wszystko czyni niepewnem ich zastosowanie do zapalania lasów. Używana również do tego celu bomba zapalająca „Elektron" posiada tę tylko wadę, że nie daje większej ilości ognisk; ponadto dość długie spalanie skorupy, złożonej z ok. 90% metalicznego magnezu, mały ciężar (1 kg) i inne zalety czynią tę bombę dość praktyczną.

3. *Materjały do zapalania gazów w balonach, zbiornikach i t. p.* By zapalić gaz w całej jego masie, potrzeba — albo wprowadzić do wnętrza zawierającego gaz balonu wystarczającą ilość tlenu i zapoczątkować tam palenie, co spowoduje natychmiastowy wybuch; lub też, czyniąc nieznaczny otwór w balonie, jednocześnie w temże miejscu przebicia spowodować zapalenie gazu kosztem otaczającego balon tlenu (powietrza), co również spowoduje gwałtowne spalenie całości.

Wyobraźmy sobie, że w naczyniu większych rozmiarów, wypełnionem wodorem, mniej więcej pośrodku jego objętości spowodowano zapalenie tego gazu kosztem bardzo małej ilości tlenu, zawartego w małem naczyniu. Prawdopodobnie, otrzymany tym sposobem płomień natychmiast zgaśnie bez poważniejszych następstw. Wystarczy jednak by rozżarzona cząstka naczyńka upadła na powłokę balonu, aby ją przepalić i zapalić wodór na powietrzu.

Przykładem takiego właśnie działania jest 11 mm nabój do specjalnego karabinu niem. o bardzo płaskim torze, przeznaczony do zapalania balonów na uwięzi oraz innych balonów napełnionych wodorem. W chwili przebicia zapalnik zapala pastylkę prochu, która tłucze i wyrzuca małą ampułkę szklaną zawierającą stężony kwas siarkowy, jednocześnie oblewający masę złożoną z waty i filcu słabo nasyconych azotanem ołowiu, chloranem potasu, lub dwuchromianem

potasu. Ta ostatnia masa zawiera mało materjałów pirogenicznych i spala się powolnie, co daje gwarancję, że zdąży ona upaść na wewnętrzną stronę powłoki balonu, nim zgaśnie. Okoliczność ta zapewnia przepalenie powłoki balonu i zetknięcie płomienia zarówno z otaczającem balon powietrzem, jak i z wodorem, zawartym w balonie — zatem spalenie balonu.

Gdyby zamiast owej przybitki z filcu i waty użyto innej masy, bardziej sypkiej i o większej zawartości ciał pirogenicznych, n. p. chloranu potasowego i cukru lub chloranu i magnezu i t. p., wówczas masa ta po wyrzuceniu z pocisku rozpadłaby się i spaliła przed zetknięciem z powłoką balonu, nie powodując pożaru.

Oczywiście, działowe pociski zapalające o zawartości przytoczonej w ustępie 1 niniejszego rozdziału a także szrapnele mogą być w tym wypadku stosowane (o ile ostrzeliwanie balonów i zbiorników staje się możliwe) z największem powodzeniem, gdyż efekt ich jest znacznie potężniejszy dzięki samej masie materjałów. Do ostrzeliwania sterowców o powłoce metalowej Anglicy n. p. używali specjalnych pocisków 136 mm. t. zw. „antizeppelinów"; zawierały one dokoła komory wypełnionej prochem czarnym termit o składzie ($3 Fe_3 O_4 + 8 Al$) obok ładunków złożonych z mieszanin magnezowych.

4. Zapalanie płynów palnych w zbiornikach, cysternach i t. p. w szczególności materjałów pędnych na samolotach, czołgach i samochodach pancernych.

Najbardziej pożądaną jest osiągalność tego celu dla naboju karabinowego, gdyż w wypadku stosowania ognia działowego — zapalenie obok samego trafienia staje się zbędnem.

Jak dotychczas, to ważne zadanie spełniają różne pociski karabinowe, zawierające prócz zahartowanego rdzenia stalowego fosfór, który tli się na przestrzeni kilkuset metrów po wylocie. Niekiedy samo uderzenie zwykłego pocisku z nieznacznej odległości (poniżej 600 m) może przebić i jednocześnie zapalić zbiornik z benzyną — mianowicie wtedy, kiedy natężenie ciepła przy uderzeniu wystarcza na zapłonienie benzyny na powietrzu. Istotnie, zbiornik zawiera łatwopalny pirofor tak, iż przy odpowiedniej konstrukcji pocisk, zawierający rdzeń stalowy oraz ładunek pirogeniczny, np. chloran, — mógłby się nadawać do ostrzeliwania zbiorników mat. pędnych. Działanie byłoby jeszcze pewniejsze przy zastosowaniu chloranu lub nadmanganianu potasowego oraz bańki z kwasem siarkowym, jednak

wyrób takich pocisków byłby kosztowny, zastosowanie ograniczone, poza tem obecność kwasu mogłaby powodować uszkodzenia przewodu lufy. Biorąc pod uwagę wniosek 3 poprzedniego rozdziału oraz okoliczność, że materjały pędne wymagają dla zapłonienia nieznacznego ciepła, można dojść do wniosku, że dałyby się tu zastosować mieszaniny azotanowe (podobne do prochu czarnego) lub chloranowe, któreby zawierały nadmiar piroforów, przez co zmniejszona byłaby ich wrażliwość na tarcie, ogrzanie i t. p. Ze względów powyższych ładunek zapalających pocisków karabinowych mógłby się składać również z takich mieszanin, jak: $Pb_3O_4 + 6Mg + KMnO_4$, $Al + + Mg + KClO_3$ i t. p.

Większe zbiorniki i grupy cystern z materjałami pędnemi poza strefą ognia karabinowego — mogą być spalane za pomocą bomb mniejszych i średnich kalibrów, ładowanych mat. wybuchowym, poza tem pociskami działowemi zwykłemi oraz zapalającemi łącznie, gdyż przedewszystkiem niezbędnem staje się ich rozbicie. Pociski działowe zapalające, jako ładunek mogą mieć bądź materjały wspomniane w końcu 1-go ustępu niniejszego rozdz., bądź to termit opisany jako nr. 12.

5. *Środki do zapalania materjałów wybuchowych zawartych w amunicji lub w opakowaniu w składach.*

Wywołać wybuch amunicji działowej bez zapalników w schronach n. p. fortecznych jest zadaniem b. trudnem. Znane są wypadki, gdzie wybuch kilkudziesięciu tonn materjału wybuchowego w bezpośredniem sąsiedztwie takiego schronu, docierając nawet do amunicji działowej i powodując jej mechaniczne uszkodzenia, bynajmniej nie powodował jej wybuchu. W innych wypadkach wybuch wielkiego pocisku, bomby lub wogóle ładunku wybuchowego powodował tylko częściowy wybuch amunicji działowej oraz częściowe tylko jej uszkodzenia mechaniczne i rozrzucenie na pewnej przestrzeni.

We wszystkich tych wypadkach zawiodła fala wybuchowa.

Skądinąd wiadomo jednak, że fala ta łatwiej powoduje wybuch materjałów uprzednio doprowadzonych do pewnej wysokiej temperatury (natężenia ciepła). Jeżeli zatem pewna znaczna ilość amunicji działowej zostanie silnie rozgrzana i następnie jeden z pocisków wybuchnie, wówczas wybuchną inne rozgrzane pociski, pociągając wybuch całej zawartości schronu. Nieco łatwiejsze powinno być wysadzenie za pomocą środków zapalających zamagazynowanych bomb lotniczych.

Natomiast środki wybuchowe, jak mniejsze bomby i pociski działowe, trafiając w takie schrony, nie zapewniają zniszczenia całkowitej ich zawartości. Bardziej celowe byłyby w tym wypadku ok. 50 kg. bomby zapalające ładowane materjałem długo palnym ze znacznym dodatkiem materjałów tlenowych, lub też bomby o mocnej skorupie (przebijające), ładowane termitem jak nr. 12, w odpowiedniej chwili po przebiciu wyrzucanym na pewnej przestrzeni (bomby Davidsona i inne); lub, jak bomby niemieckie, ładowane w części wewnętrznej termitem, w zewnętrznej zaś — naftaliną z dodatkiem chloranu potasowego i t. p. Bomby bardzo dużych rozmiarów mają małe szanse trafienia bezpośrednio w schron, natomiast więcej szans trafienia ma znaczniejsza ilość bomb zapalających średnich.

Środkiem celowym do wysadzenia całej zawartości schronu może być bomba ok. 50 kg. o następującej konstrukcji wg. schematu:

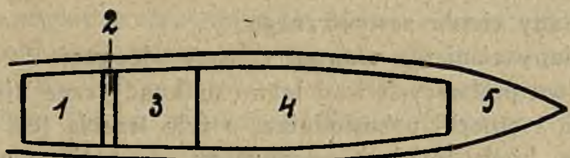


Rys. 2.

1. Zapalnik.
2. Ładunek miotający.
3. Ładunek długo palny—główna masa (nafta, benzyna, smoła i t. p.).
4. Bardzo silny mat. wybuch. detonujący (żel. wyb., tetryl i t. p.) w grubej skorupie.
5. Spłonka zamknięta w pobliżu skorupy.

Poza zwykłym pociskiem karabinowym, wystrzelonym z małej odległości, powodującym wybuch materjału wybuchowego, nie jest dotychczas znany żaden specjalny ładunek pocisku karabinowego, zapewniający wybuch trafionej bomby lotniczej, o ile chodziłoby o większe odległości.

Spowodowanie wybuchu burzącej bomby lotniczej przez trafienie pociskiem karabinowym teoretycznie jest możliwe przy ładunku tego pocisku uszeregowanym w sposób (schematycznie) n. p. taki:



Rys. 3.

1. Pirofor samozapalny na powietrzu (np. fosfor).
2. Termit łatwozapalny (np. PbO + Mg).
3. Termit opisany wyżej jako Nr. 14.
4. Pastylki piorun. rtęci słabo flegmatyzowane (np. 95% pior. rtęci + 4 do 4,5% $KClO_3$ + 0,5 do 1% parafiny).
5. Otoczka ze stali niklowanej.

Przeciw magazynom, zawierającym materjały wybuchowe w skrzyniach, wystarczą bomby wybuchowe wszelkich kalibrów, a także bomby ładowane termitem (jak nr. 12) z urządzeniem wyrzucającem, wreszcie inne bomby zapalające, szczególniej o długiem intensywnem paleniu, o składzie podobnym jak wyżej przytoczony termit nr. 13.

6. *Środki do stapiania lub spalania konstrukcyj metalowych.* Wymagane własności: wysokie natężenie ciepła przy ograniczonej powierzchni działania. Więc nadają się do tego celu takie środki, jak opisane wyżej termity nr. nr. 10, 11, 12 i 14, a także płomień tlenowodorowy.

Niszczenie pewnych konstrukcyj za pomocą tych środków ma tę zaletę w porównaniu ze środkami wybuchowemi, że nie powoduje huku i nie wymaga żadnego zabezpieczenia przed odłamkami, jako też środków ostrożności podczas użycia, transportu i przechowania. Natomiast materjały, użyte do wyrobu tych środków, są znacznie kosztowniejsze od mat. wybuchowych, a wydajność niszcząca ich bez porównania mniejsza. Stosowanie ich jest zatem ograniczone.

7. *Przewodniki ogniowe.*

Poza lontem Bickforda, proch czarny drobny, lub niekiedy prasowany, znajdują zastosowanie jako łączniki ogniowe lub też podpały, przenoszące ogień od kapiszona do spłonki, materjału wybuchowego, wreszcie materjału zapalającego. W wypadkach, gdy takie przewodniki ogniowe mają za zadanie dostarczenie impulsu w ściśle określonym momencie (urządzenia czasowe), następującym po upływie określonego czasu od zapoczątkowania ich palenia, ważną ich właściwością będzie jednostajna szybkość spalania.

Na zmianę szybkości spalania przewodnika ogniowego wpływają:

1-o niejednolity skład rdzenia,

2-o zmiany ciepła zewnętrznego,

3-o zmiany ciśnienia wewnątrz masy płonącej.

O ile dwu pierwszych wad łatwo uniknąć przez ujednostajnienie materjału i otoczki przewodnika, o tyle trzecia jest trudniejsza do uniknięcia, kiedy między produktami spalania powstają gazy. W wypadkach, gdy niemożna inaczej uniknąć ciśnienia gazów, można stosować składniki nie wytwarzające gazów, jak n. p. Al + S, Fe + S i t. p. W innych wypadkach unika się ciśnienia przez odpływ gazów, jak w urządzeniu czasowem zapalników do szrapneli.

Gdy czas palenia nie jest ściśle określony, mamy do czynienia z podpałami wogóle. Ten rodzaj przewodników ognia zawiera materjały, dające nieraz masy rozżarzonych gazów w postaci płomienia. Niekiedy podpał powinien się zapalać samoczynnie, wówczas niezbędny jest pirofor samozapalny (n. p. fosfór żółty), czasem zaś zapoczątkowanie palenia następuje przez potarcie, lekkie uderzenie, zwilżenie wodą i t. p. Zawsze jednak w skład materjałów podpałowych wchodzą termity, nie wymagające do swego zapłonienia zbyt wysokiego natężenia cieplnego. Więc: proch czarny, lub materjały różniące się od niego tylko stosunkiem ilościowym węgla, saletry i siarki, następnie materjały chloranowe, w których również przez zmianę % składników osiągnięto reakcję spalania powolniejszą, a w każdym razie nie wybuchową.

Ze względu na swą łatwą zapalność mogą też być stosowane jako podpał dla materjałów zapalających: tlenki ołowiu + magnez, mieszanina o składzie, jak opisany termit nr. 14, włókna kordytu i t. p.

Jeżeli zachodzi potrzeba b. szybkiego spalenia dużej masy silnie sprasowanego termitu nr. 12 (w bombach wyrzucających), wówczas łatwo to osiągnąć, umieszczając wewnątrz masy rdzeń przyśpieszający z silnie sprasowanego termitu nr. 14, tak, jak to wyobraża rysunek 4.



Rys. 4.

W tym wypadku otrzymuje się niemal momentalnie kilka kilogramów roztopionego żelaza. Ta właściwość rdzenia przyśpieszającego mogłaby znaleźć zastosowanie w ładunkach bomb wyrzucających roztopione żelazo, a także w niszczeniu przewodów luf oraz w ręcznych granatach zapalających i t. p. środkach.

Tablica podana w zakończeniu przedstawia mieszaniny i kombinacje termochemiczne — bądź używane dotychczas w amunicji różnych państw (oznaczone zwykłemi cyframi), bądź też — materjały proponowane przez autora artykułu (cyfry w kółkach).

Mieszaniny palne i ich zastosowanie.

Grupy pirogeniczne / Grupy piroforowe	Powietrze atm.	Fe_2O_3	Fe_3O_4	Cr_2O_3	$KClO_3$	$K_2Cr_2O_7$	MnO_2	PbO	BaO_2	KNO_3	$Ba(NO_3)_2$	$KClO_4$	$KMnO_4$	$Pb(NO_3)_2$	S	O (wydz. się)	H_2O	H_2SO_4
Al		1 (1,2) 1	1,6 1,2,4,5,6	(6) (7)		(7)	1,2,5		7		6. 1,2,4,5				7			
$C_{10}H_8$							1,2,5											
Mg	1	1	1	(7)	(7)			7	7	7		7						
C										1,2	7							
Mg + Al + + proch cz.		(7)	3		1 3													
Ropa, benzyna, benzol, terpent.		(1,2)			(4) (1,2)								(5)					(5)
P. Ca P	4																	
S + C										1,7								
Sb + S										7								
P + CS_2 + + smola	1,2																	
Al + S + + $C_{10}H_8$										1,2	1,2							
Al + C										1,2								
K (H)																5	5	
CH_3OH													(5) (4)					(4)
Rtęć pior. + + parafina					5													
Proch bezd. (żel. wybuch)	1,2 5,7												(5)					
Celuloid + + P	1,2																	
Tkaniny, wata, odpadki						3							(3,4)	3				(3,4) 3
Al + C + + szerlak											1,2							

1—zapal. budynków
2— „ lasów i t.p.
3— „ gazów paln.
4— „ mat. pędn.
5— „ „ wyb.
6—topienie konstr. metalowych
7—wyrób przewodów ogniowych

Kpt. CHRZĄSZCZEWSKI JÓZEF.

CHLOROPIKRYNA I NIEKTÓRE JEJ ANALOGI.

Chloropikryna należy do szeregu związków organicznych, który da się scharakteryzować i uogólnić obecnością grupy nitrowej, występującej współcześnie z halogenem przy jednym i tym samym węglu.

Tego rodzaju budowa powoduje, z punktu widzenia chemji gazów bojowych, nader interesujące własności, a mianowicie: w silnym stopniu ujawnioną napastliwość, tem znaczniejszą im więcej wodorów przy węglu zostanie zastąpionych przez halogen; jednocześnie, w zależności od obecności niezastąpionych wodorów, związki te wykazują zupełnie odrębne własności chemiczne.

Najbardziej zbadanym i znanym przedstawicielem tego szeregu jest trójchloronitrometan czyli chloropikryna, stosowana pod rozmaitemi nazwami zamaskowanemi (Aquinite, Vomiting gaz, Klop), przez wszystkie wojujące państwa, w mieszaninie z rozmaitemi związkami, jak do napadów falowych (Anglja, Niemcy), tak też i do napełniania pocisków artyl. i bomb lotniczych.

WŁASNOŚCI FIZJOLOGICZNE.

Własności fizjologiczne chloropikryny każą zaliczyć ją w pierwszym rzędzie do szeregu gazów drażniących, w drugim — do duszących, a poczęści i trujących, gdyż przedewszystkiem już bardzo nieznaczne stężenia wywołują silne łzawienie, większe stężenia napastują drogi oddechowe i mogą wywołać bardzo poważne komplikację niejednokrotnie kończące się śmiercią.

A więc jej stężenie wyczuwalne po upływie od 3 do 30 sekund, wynosi 2 — 25 milligramów na m³ (co odpowiada 0,002 — 0,025 mg/litr lub 0,3 — 0,37 cz. pary na miljon). Stężenie bezwzględnie napastliwe wynosi: 100 mg/m³ = 0,1 mg/litr = 15 cz/1.000.000 Jest to stężenie, przy którem człowiek może przebywać maximum 1 minutę. Dłuższy pobyt w takiej atmosferze może spowodować wysoce niebezpieczne zachorzenia, a nawet śmierć.

Za stężenie bojowe chloropikryny można przyjąć:

26 mg/m³ = 0,026 mg/litr = 4 cz/1.000.000

takie bowiem stężenie czyni żołnierza niezdolnym do walki po upływie paru sekund.[1])

WŁASNOŚCI FIZYCZNE.

Chloropikryna była otrzymana poraz pierwszy w r. 1848 przez angielskiego chemika Stenhouse'a [2]) działaniem wapna chlorowanego na kwas pikrynowy. Jest to ciężka ruchliwa ciecz, praktycznie nierozpuszczalna w wodzie, dobrze rozpuszczalna prawie we wszystkich organicznych rozpuszczalnikach, o temperaturze wrzenia 112,8° C przy ciśnieniu 743 mm, przy silnem ostudzeniu zastygająca na krystaliczną masę o temperaturze topliwości —69°. [3])

Ciężar właściwy[4]) wynosi:

przy temperaturze	0° C	= 1,6930
„ „	10° C	= 1,6755
„ „	20° C	= 1,6579
„ „	30° C	= 1,6400
„ „	40° C	= 1,6219
„ „	50° C	= 1,6037

Spółczynnik rozszerzalności [4]) [5]) wynosi:

---

1) Flury-Zernik. Schädliche Gase. Berlin 1931. str. 418.

2) Stenhouse Lieb. Ann. *66*.241 (1848); Gejsse Lieb. Ann. *109*.282 (1859) Kekulé. Lieb. Ann. *101*. 212 (1857).

3) Haase. Ber. Deutsch. Chem. Ges. *26*. 1053 (1893).

4) Liberman. Chim. Otr. Wieszcz. 1930. str. 221.

5) A. Fries. Chemikal Warfare — New York 1921. Hugo Stolltzenberg. Die Ultragifte. Heft 3. W. Lindeman. Toksykologja chemicznych środków bojowych. Warszawa 1925.

przy temperaturze 0° C = 0,00102
" " 30° C = 0,00106
" " 50° C = 0,00110

W granicach od 0 do 50° przyjmujemy spółczynnik rozszerzalności równy 0,00105.

Prężność pary chloropikryny wynosi[6]):

Temperatura	Prężność pary w m/m słupa rtęci
0°	5,71
10°	10,37
20°	18,31
25°	23,81
30°	31,10
35°	40,14
78°	250,9
100°	524,3

Ciepło parowania wynosi:

przy 89° C 50,4 kal.
" 105° C 56,4 "
" 112° C 59,0 "

Rozpuszczalność chloropikryny w wodzie wynosi:[7])
(gr. na litr) przy 0° — 2,272
" 25° — 1,621
" 75° — 1,114

wody zaś w chloropikrynie:

przy 32° — 1,00
36° — 1,185
50 — 1,853

Pod względem chemicznym chloropikryna należy do związków małoczynnych, jej bowiem zdolności wstępowania w różnorodne przemiany są stosunkowo bardzo ograniczone. Tak, naprzykład, woda na zimno zupełnie nie działa na chloropikrynę, a w temperaturze wrzenia wody hydrolizie ulega zaledwie 0,21% chloropikryny[8]).

[6]) H. Błaszkowska-Zakrzewska. Roczn. Chem. VIII. 226. (1928).
[7]) Thomson Black. Journ. ind. engin. chem. 12. 1066 (1920).
[8]) Trumbell Sohl Burt. Seaton. Journ. ind. engin. chem. *12*, 1068 (1920).

Zupełnie też obojętnie zachowuje się chloropikryna względem wodnych roztworów wodorotlenków na zimnie, przy ogrzaniu zaś reaguje bardzo opieszale.

Alkoholowe roztwory ługów przy ogrzaniu rozkładają chloropikrynę zgodnie z równaniem:

$$CCl_3 NO_2 + KOH = KCl + KNO_2 + CO_2 + 2 H_2O$$

Z alkoholanami [9]) chloropikryna reaguje w temperaturze wrzenia alkoholu, tworząc ortowęglany alkilowe, jak naprzykład:

$$CCl_3 NO_2 + 4 C_2 H_5 ONa = C (OC_2H_5)_4 + 3 NaCl + Na NO_2.$$

Z alkoholowo wodnym roztworem cyjanku potasu lub sodu już na zimno zachodzi reakcja zgodnie z równaniem:

$$CCl_3NO_2 + 2 KCN = CCl(CN)_2NO_2 + 2 KCl$$

Należy tu zauważyć, iż w niektórych wypadkach, a zwłaszcza w wyższych temperaturach zachodzi reakcja z głębszym rozkładem chloropikryny i z wydzieleniem się chlorocyjanu obok innych produktów rozkładu chloropikryny [10]).

Z wodnemi rozczynami amonjaku chloropikryna nie reaguje, z alkoholowemi zaś reaguje podobnie jak z ługiem, jednak w zatopionej rurce, w temperaturze ponad 100^0 daje guanidynę[11] $(NH) C (NH_2)_2$.

Wodór in statu nascendi redukuje chloropikrynę dając metyloaminę [12]) CH_3NH_2.

Kwasy mineralne w normalnej temperaturze na chloropikrynę nie działają, jedynie oleum w wyższej temperaturze może spowodować jej rozkład z tworzeniem się między innemi produktami rozkładu — fosgenu $COCl_2$ [13]).

Najbardziej charakterystyczną reakcją dla chloropikryny jest reakcja powstawania kwasu dwusulfonowego nitrometanu pod dzia-

---

[9]) Basset. Lieb. Ann. *132*, 54 (1864).

[10]) Basset. Ztschr. phys. chem. 590 (1896).

[11]) A. W. Hofman Lieb. Ann. *139*, 107 (1866). Ber. Deuts. Chem. Gez *1*, 145 (1868).

[12]) Geisse. Lieb. Ann. *109*, 282 (1859).

[13]) Secareano. Bul. Soc. Chim. 41, 630 (1927).

łaniem siarczynu sodowego w wodno alkoholowych roztworach [14]) zgodnie z równaniem:

$$CCl_3NO_2 + 3\,Na_2SO_3 + H_2O =$$

$$= CH(NO_2)(SO_3Na)_2 + NaHSO_4 + 3\,NaCl\,.$$

przyczem ilościowo wydzielający się chlorek sodowy pozwala na łatwe i dokładne ilościowe jego określenie.

Z szeregu reakcyj ze związkami organicznemi należy wspomnieć działanie chloropikryny na merkaptany i merkaptidy, z któremi, a zwłaszcza z temi ostatniemi, tworzy związki typu

$$CNO_2(SR)_3$$

Związki te z nadzwyczajną łatwością ulegają rozpadowi z wydzielaniem się dwusulfidów (RS—S—R), tlenku, dwutlenku węgla i tlenku azotu [15]).

Z aromatycznemi aminami chloropikryna z łatwością daje produkty kondensacji szeregu trójfenylometanu, związki mające duże znaczenie w chemji i przemyśle barwików [16]).

Przy powolnem ogrzewaniu pary chloropikryny do temperatury około 300^0 następuje jej rokład z wydzielaniem się fosgenu i chlorku nitrozylu [17]) jak poniżej:

$$C\,Cl_3NO_2 \longrightarrow CO\,Cl_2 + NO\,Cl$$

Przy nagromadzeniu się większej ilości pary, lub przy zbyt gwałtownem jej ogrzaniu, nawet przy temperaturach bliskich temperatury wrzenia chloropikryny, może nastąpić gwałtowny wybuch, co należy mieć na uwadze przy jej destylacji.

Równie gwałtowny wybuch następuje przy ogrzewaniu chloropikryny z metalicznym sodem lub potasem.

Sucha chloropikryna na metale nie działa, lecz wilgotna powoduje wyraźną korozję żelaza, mosiądzu i ołowiu.

---

[14]) Rathke. Lieb. Ann. 161, 153 (1872).

[15]) W. Niekrassow, Mielnikow, Ber. Deuts. Chem. Ges. 62, 2091 (1929).

[16]) Ullmann. Enz. der techn. chem. 11, 402 (1922).

[17]) Gardner. Fox. Journ. Chem. Soc. London 115, 1188 (1919).

SPOSOBY OTRZYMYWANIA.

Chloropikryna jako trójchloronitrometan lub nitrochloroform w zasadzie może być otrzymana bezpośredniem nitrowaniem chloroformu [18]), jednak jak wykazały badania autorów, otrzymują się przy tem jedynie ślady chloropikryny, co zresztą jest do przewidzenia wobec trudności bezpośredniego nitrowania związków alifatycznych.

Z równie nieznaczną wydajnością może być otrzymana chloropikryna przy destylacji alkoholu metylowego z solą kuchenną i saletrą w obecności stężonego kwasu siarkowego [19]).

Próby otrzymywania chloropikryny działaniem mieszaniny dymiącego kwasu azotowego ze stężonym kwasem solnym na aceton [20]) nie dały zadowalających wyników, chociaż niektórzy autorzy podają, iż podobna metoda była stosowana na skalę techniczną z zupełnie dobrą wydajnością [21]).

Z zupełnie dobrym wynikiem może być zastosowana klasyczna metoda Stenhouse'a polegająca na działaniu wapna chlorowanego na kwas pikrynowy w wodnem środowisku.

Aczkolwiek metoda ta była badana przez szereg autorów [22]), to jednak do dnia dzisiejszego przebieg reakcji tworzenia się chloropikryny nie został w zupełności określony, a jedynie ujęty sumarycznym schematem jak poniżej:

$$C_6H_2(NO_2)_3\,OH + 5\,H_2O + 11\,Cl_2 = 3\,CCl_3\,NO_2 + 13\,HCl + 3\,CO_2$$

Na tej metodzie została oparta w czasie ubiegłej wojny produkcja chloropikryny we Francji w wytwórniach „Chiris—Jeancard w Baus—Roux i Sorgues—Vaucluse oraz w Rosji w wytwórniach Rallego i Badeńskiej w Moskwie, Afanasjewa, Ulatowskiego pod Moskwą oraz w wojskowo-chemicznej Głobińskiej f-ce.

Proces otrzymywania chloropikryny był prowadzony w następujący sposób [23]):

---

18) Mills. Lieb. Ann. *160*, 117 (1761). Pictet. Knotinsky Ber. D. Ch. Gez. 40, 1165 (1907).

19) Kekulé. Lieb. Ann. *101*, 212 (1857).

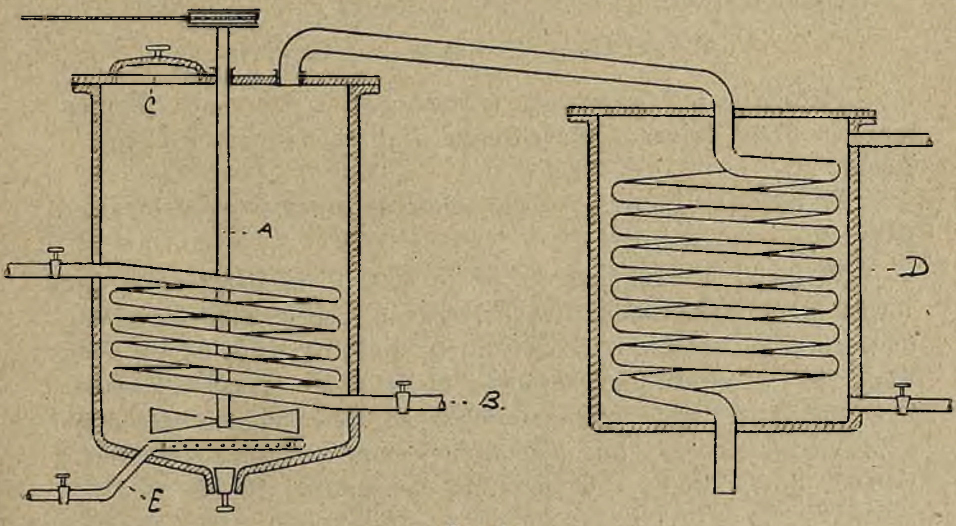
20) Datta, Chattery. Journ. Am. Chem. Soc *37*, 567 (1915) Boyd. Journ Soc. Chem. Ind. *44*, 222 (1925)

21) Pascal. Explosifs, Poudres, Gas de Combat. Paris 1925.

22) Geisse. Lieb. Ann. 109, 282 (1859); Rasching. Ber. D. Chem. Ges *18*, 3326 (1885); A. W. Hofman. Lieb Ann. *139*, 111 (1866).

23) Schotz. — Syntetic org. compounds. London 1925.

Do żeliwnego reaktora (Rys. 1) o pojemności około 4.000 litrów, zaopatrzonego w mieszadło (A) i wężownicę (B), wprowadzono rozczyn 500 kg wapna chlorowanego w 340 litrach wody, poczem przy stałym ruchu mieszadła dodawano małemi porcjami kwas pikrynowy, przyczem oziębiano reaktor za pomocą strumienia zimnej wody, przepuszczanej przez wężownicę (B), z taką szybkości,ą by utrzymać temperaturę reagującej masy w granicach od 30 do 40° C. Gdy cała obliczona ilość kwasu pikrynowego została wsypana do reaktora, zamykano otwór (C), służący do zasypu kwasu pikrynowego i stopniowo zmniejszano przepływ zimnej wody, dzięki czemu temperatura masy reagującej stopniowo podnosiła się, by z chwilą zupełnego zaprzestania chłodzenia osiągnąć 80°C. Przy tej temperaturze zaczynała się destylacja chloropikryny z parą wodną, która trafiała przez chłodnicę (D), umieszczoną tuż za reaktorem do odbieralnika. Gdy tylko główna masa chloropikryny oddestylowała, a temperatura reaktora poczęła spadać, reaktor ogrzewano ostrą parą, wpuszczoną od dna wprost do masy reagującej (E), dzięki czemu temperatura reaktora podnosiła się do 110°C, co powodowało energiczną destylację chloropikryny i dość szybkie zakończenie reakcji. Proces w pierwszej swej fazie wymagał wiele uwagi, by zbyt szybkie podniesienie się temperatury nie wywołało gwałtownej reakcji i pienienia się masy reagującej, co mogło spowodować wyrzucenie jej do chłodnicy i odbieralnika. Zazwyczaj pierwsza faza reakcji trwała do 8 godzin, a destylacja do



Rys. 1.

2 godzin. Po zakończeniu całego procesu oddzielano chloropikrynę od warstwy wodnej i po przemyciu wodą suszono produkt nad chlorkiem wapna, poczem przechowywano w żelaznych beczkach.

W wojskowej chem. Głobińskiej fabryce otrzymywany produkt odpowiadał następującym warunkom technicznym:

Temp. wrzenia w granicach od 109,5° do 113°;

Zawartość chemicznie czystej chloropikryny minimum 96%;

D^{20} = od 1,654 do 1,663; zawartość kwasów mineralnych maximum 0,01%.

Dla otrzymania 1 tonny produktu fabryka zużywała: kwasu pikrynowego 800 kg, wapna chlorowanego 10.000 kg.

Wydajność około 80%.

Ujemną stroną tej metody jest jej stosunkowo mała wydajność i nader powolny przebieg, spowodowany nieznaczną, stosunkowo, rozpuszczalnością kwasu pikrynowego w wodzie; a że pikryniany są znacznie lepiej rozpuszczalne w wodzie, — w Ameryce i w Niemczech do wyrobu chloropikryny stosowano pikrynian wapniowy lub sodowy.

Jak wynika z wyżej przytoczonego schematu powstawania chloropikryny, w trakcie reakcji wydziela się chlorowodór, który rugując metal w pikrynianie, strąca z powrotem kwas pikrynowy, wobec czego reakcję prowadzono w środowisku alkalicznym, zgodnie ze schematem [24]:

$$Ca\,(OC_6H_2\,(NO_2)_3)_2 + 22\ CaOCl_2 + Aq = 6\ CCl_3\,NO_2 + $$
$$+ 6\ Ca\,CO_3 + 13\ CaCl_2 + 4\ Ca\,(OH)_2.$$

Metoda ta była stosowana w Niemczech w fabrykach „Farbenfabriken Fried. Bayer — Leverkusen" i „Farbenwerke M. Lucius — Höchst".

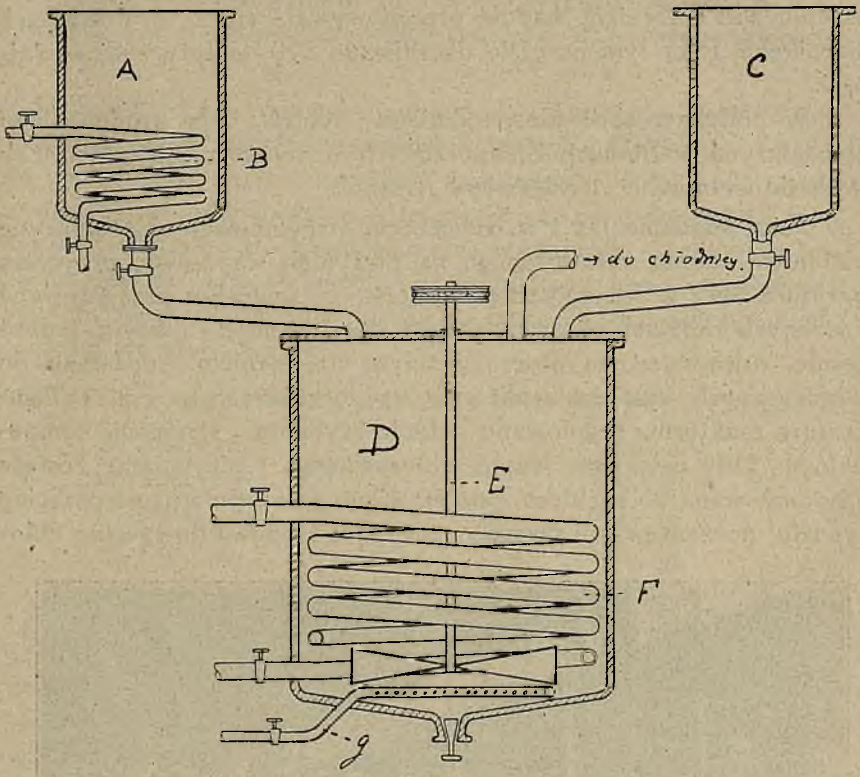
W fabryce Bayera proces posiadał następujący przebieg: (Rys. 2).

W kadzi A o pojemności około 8000 l., zaopatrzonej w wężownicę B do ogrzewania, przygotowywano rozczyn pikrynianu wapniowego w ten sposób, iż do 200 litrów wody ogrzanej do 70° dodawano 285 kg kwasu pikrynowego i 42 kg. świeżo gaszonego wapna. Zawartość kadzi nader starannie mieszano drewnianemi mieszadłami aż do otrzymania zupełnie jednorodnej masy, poczem rozkłócano ją w 4.000 litrach wody, a temperaturę obniżano do 18—20° C.

---

[24]) Trumbell, Sohl, Burt, Seaton. Journ. ind. engin. chem. *12*, 1068 (1920).

W drugiej takiej kadzi C przygotowywano mieszaninę 2.500 kg. wapna chlorowanego (33%) i 7.000 litrów wody, również możliwie dokładnie wymieszanej i ochłodzonej do 6—9°C.



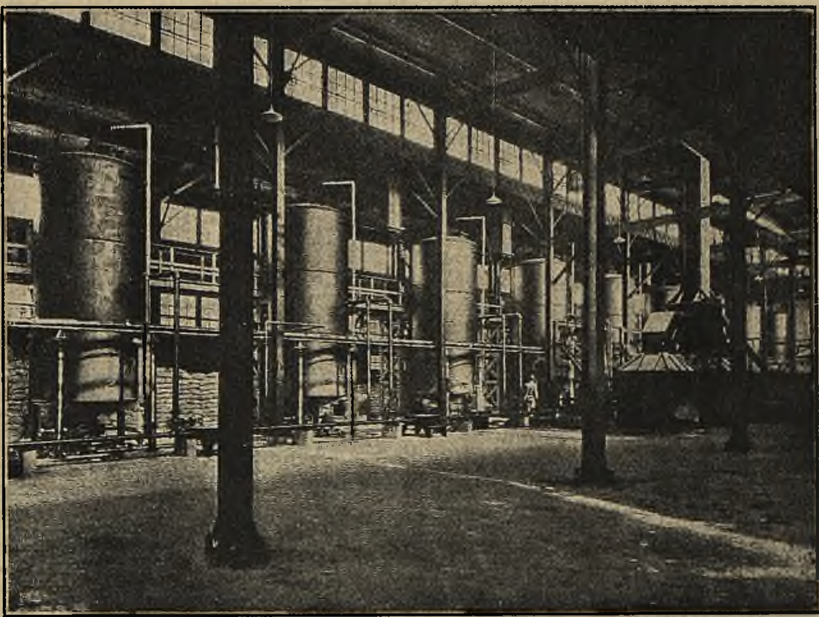
Rys. 2.

Do żeliwnego reaktora o pojemności 19.000 litrów, wyłożonego wewnątrz ołowiem i zaopatrzonego w mieszadło E oraz wężownicę F, wprowadzono najpierw zawartość ostatniej kadzi, to jest wapno chlorowane, poczem, po uruchomieniu mieszadeł, wprowadzano równomiernym, powolnym strumieniem zawartość pierwszej kadzi t. j. pikrynian. Przez cały czas utrzymywano temperaturę reaktora w granicach 55—56°. Gdy cała zawartość kadzi została wprowadzona do reaktora, co trwało zazwyczaj około 3 godzin, zaprzestawano chłodzenia, dzięki czemu temperatura samoczynnie podnosiła się do 80—85°C, a tworząca się w wyniku reakcji chloropikryna poczynała destylować z parą wodną. Gdy tylko temperatura reaktora poczy-

nała spadać, co wskazywało na koniec reakcji, przepuszczano ostrą parę i oddestylowano resztę produktu. Nagromadzony w odbieralniku produkt oddzielano od warstwy wodnej, która powracała do kadzi II, i używano jej do następnych szarż, chloropikryna zaś po wysuszeniu nad chlorkiem wapnia przechowywała się w wyołowionych zbiornikach. Przy tym procesie uzyskiwano 84% teoretycznej wydajności.

W podobny, choć nieco odmienny sposób, była produkowana chloropikryna w Stanach Zjednoczonych w wytwórniach „American Synthetic Color C-o" i Edgewood Arsenal.

Tam, podobnie jak i w Niemczech, otrzymywano chloropikrynę działaniem wapna chlorowanego na pikrynian wapniowy, przyczem aparatura była w ten sposób pomyślana, że zawczasu przygotowane w osobnych kadziach rozczyny wapna chlorowanego i pikrytu jednocześnie, równomiernym dość powolnym strumieniem, podawano do cylindrycznych wysokich reaktorów, uwidocznionych na rys. 3. Temperaturę reaktorów regulowano jedynie szybkością strumieni komponentów. Gdy cała ilość wapna chlorowanego i pikrynianu została przepompowana do reaktora, pozostawiano go w spokoju na przeciąg 2 godzin, poczem przepuszczano ostrą parę i oddestylowywano chlo-



Rys. 3.

ropikrynę. Otrzymany produkt trafiał do specjalnych separatorów, gzie po oddzieleniu od warstwy wodnej, bezpośrednio przechodził do żelaznych zbiorników i tam się przechowywał.

Przy tej metodzie uzyskiwano do 90% wydajności teoretycznej, przy dziennej wydajności każdego reaktora 12½ tonny chloropikryny [25]).

Jeszcze bardziej odmienna jest metoda, stosowana w niektórych fabrykach włoskich, oparta na angielskim patencie Ortona [26]), a polegająca na bezpośredniem chlorowaniu zasadowych (w ługu sodowym) rozczynów kwasu pikrynowego w temperaturze od 0 do 5°C. W tych warunkach otrzymuje się zupełnie dobre wydajności i unika się konieczności destylowania otrzymanej chloropikryny, która po skończonej reakcji zbiera się na dnie reaktora i może być bezpośrednio oddzielona od warstwy wodnej.

W czasie ubiegłej wojny produkcja chloropikryny wynosiła [27]):

W Niemczech	7.100 ton.
w Ameryce	1.160 „
w Rosji	987 „
we Francji	500 „

Przechodząc do opisu analogów chloropikryny należy zauważyć, iż najwięcej zajmujące własności fizjologiczne posiadają homologiczne szeregi pochodnych metanu, etanu i etylenu, gdyż wszystkie one posiadają mniej lub więcej ujawnione własności napastliwe, które w większym lub mniejszym stopniu czynią te związki zdatnemi do użytku bojowego. Jedynie znacznie jaskrawiej wyrażona ruchliwość chemiczna tych związków, ich niestałość lub ich niedostępność ze stanowiska metod produkcji, za nader nielicznemi wyjątkami, wykluczają je z pośród ewentualnych środków wojny chemicznej.

Najprostszymi przedstawicielami opisywanego szeregu są jednohalogenowe pochodne nitrometanu, z których są znane:

Chloronitrometan CH_2ClNO_2, otrzymany przez Tscherniaka [28]) drogą chlorowania soli nitrometanu. Jest to ciecz o temp. wrzenia

---

[25]) America's Munitions. Washington 1919.

[26]) Orton. Journ. Chem. Soc. London 119, 29 (1921).

[27]) America's Munitions 1917—1918. Washington 1919. Karol Moureu. Chemja i wojna. Warszawa 1923. Wojenno-chimiczieskoje dieło. Moskwa 1930.

[28]) Tscherniak. Ber. Deuts. Chem. Gez. 8, 608 (1875).

122—123° i ciężarze wł. D^{15} = 1,466, źle rozpuszczalna w wodzie, lepiej — w organicznych rozpuszczalnikach.

Bromonitrometan CH_2BrNO_2 otrzymana przez tegoż autora — jest to gęsta oleista ciecz o temp. wrzenia 147,5 — 149,5°C przy ciśnieniu 742 mm, źle rozpuszczalna w wodzie, dobrze rozpuszczalna w wodnych roztworach ługów i w organicznych rozpuszczalnikach.

Jodonitrometan CH_2JNO_2, otrzymany przez V. Meyera [29]) działaniem nadmiaru azotynu srebra na jodek metylu, nie daje się destylować, gdyż w wyższych temperaturach rozkłada się wydzielając wolny jod.

Charakterystyczną cechą wspomnianych związków jest ich zdolność tworzenia soli typu CHJ (NOONa) [30]) bardzo niestałych, łatwo eksplodujących przy ogrzaniu.

Z pochodnych bliskich tej grupy znane są tak zwane halogenometylonitrolowe kwasy [31]) o ogólnym wzorze Hal. C (NOH) NO_2. Są to krystaliczne ciała, nierozpuszczalne w wodzie, dobrze rozpuszczalne w chloroformie, nader niestałe, samoczynnie rozkładające się.

Wszystkie wyżej opisane związki posiadają ostry, wywołujący łzawienie zapach, uniemożliwiający, wedł. słów autorów, pracę z niemi.

Z grupy o ogólnym wzorze $CHX(NO_2)_2$ znana jest bromowa pochodna $CHBr(NO_2)_2$ otrzymana przez Losanitsch'a [32]) przy nitracji dwubromokampfenu lub *a* dwubromohydryny ($CH_2Br.CH.OH.CH_2Br$). Jest to oleista cuchnąca ciecz o ostrym nie do zniesienia zapachu [32]), rozkładająca się przy ogrzaniu.

Następną grupę tworzą dwuhalogenowe pochodne o ogólnym wzorze CHX_2NO_2 lub $CX_2(NO_2)_2$; z tych są opisane jedynie:

Dwuchlorodwunitrometan $CCl_2(NO_2)_2$, otrzymany [34]) przy destylacji czterochlorku naftalenu ze stężonym kwasem azotowym.

Jest to ciecz o ostrej, wywołującej łzawienie, woni, lotna z parą wodną. D^{15} = 1,685.

Dwubromodwunitrometan $CBr_2(NO_2)_2$, otrzymany przy destylacji trójnitronaftalenu ze stężonym kwasem azotowym [35]), jest ciężką

---

[29]) V. Meyer. Ber. Deuts. Chem. Gez. 24, 4244 (1891).
Russanow. „ „ „ „ 25, 2635 (1892).

[30]) V. Meyer und P. Jacobson. Lehrb. d. org. chem. Leipzig 1913. Tl. 225.

[31]) Ponzio. Gaz. Chim. St. 37, II 40 (1907).

[32]) Losanitsch. Ber. D. Chem. Ges. 15, 472 (1882); 16, 51, 2730 (1883).

[33]) Scholl, Breneisen. Ber. 31, 653 (1898).

[34]) de-Marygnac. Lieb. Ann. 38, 16 (1841). Losanitsch. Ber. 17, 849 (1884).

cieczą o jeszcze bardziej napastliwej woni, o temp. wrz. 75—76° przy 14 mm. ciśnienia. Przy ogrzaniu pod norm. ciśnieniem do 158° silnie eksploduje, przy ostudzeniu zestala się tworząc kryształy, topniejące przy + 10°C.

Z pośród trójhalogenopochodnych metanu znanym jest najbliższy analog chloropikryny — trójbromonitrometan CBr_3NO_2, otrzymany w połowie ubiegłego stulecia przez Stenhouse'a [36]) działaniem bromu na kwas pikrynowy, z racji czego nazwany przez niego bromopikryną.

Bromopikryna jest cieczą o ciężarze wł. $D^{12,5}$ — 2,811 i temperaturze wrzenia 127° przy 118 mm. ciśnienia; zestala się przy silnem oziębieniu, tworząc krystaliczną masę, topniejącą przy + 10°C.

Pod względem swej napastliwości nadzwyczaj przypomina chloropikrynę: stężenie jej 0,1 mg/litr jest bezwzględnie napastliwe i wywołuje wyraźne objawy zatrucia [37]).

Pod względem chemicznym posiada własności zupełnie analogiczne do własności chloropikryny [38]). Jedynie mniejsza stałość nieraz powoduje samoczynny rozkład bromopikryny z wydzielaniem się wolnego bromu.

Analogiczna jodowa pochodna nie jest znana. Znanym natomiast jest trójnitrojodometan: $CJ(NO_2)_3$ [39]) ciało krystaliczne, b. niestałe, które się topi przy 58° i może być przedestylowane pod ciśnieniem 13 mm. przy temp. 48,5°C.

Wśród pochodnych metanu należy wspomnieć o trójchloronitrozometanie [40]) CCl_3NO, opisanym przez Prandtla, a otrzymanym działaniem stężonego kwasu azotowego na trójchlorometylosulfonowy kwas.

Jest to ciecz o ciężarze wł. D^{20} — 1,5, o wybitnie napastliwych własnościach, niestała, rozkładająca się przy ogrzaniu do 57° przy czem wśród różnych produktów jej rozkładu powstaje też i chloropikryna.

Następną grupę analogów chloropikryny tworzą pochodne etanu, przy czem jedynie te, które posiadają halogen i grupę nitrową

---

35) Kachler, Spitzer. Monatshefte der Chemie 4, 558 (1883).
Aschan. Ber. 23, 1828 (1870).

36) Stenhouse. Lieb. Ann. 91, 307 (1854); Bolus, Groves. Lieb. Ann. 155, 253 (1870).

37) W. Lindeman. Toksyk. chem. śr. boj. W-wa 1925.

38) Scholl, Ber. d. Deut. Chem. Ges. 31. 642 (1878); 35, 4292 (1902).

39) Hantzsch. Ber. d. Deut. Chem, Ges. 39, 2479 (1906).

40) Prandl-Sennewald. Ber. 62, 1754 (1920).

przy jednym i tym samym węglu. Tak, naprzykład 1-chloro-1-nitroetan [41]), otrzymany działaniem chloru na alkoholowy roztwór nitroetanu, posiada wyraźne własności łzawiące, gdy jego izomeron 2-chloronitroetan [42]) ($ClCH_2.CH_2NO_2$) jest zupełnie pozbawiony tych własności. Pośród licznych przedstawicieli tej grupy specjalną uwagę wzbudzają: dwunitroczterochloroetan i dwunitroczterobromoetan [43]).

Dwunitroczterochloroetan [44]) $NO_2Cl_2C — CCl_2NO_2$ tworzy kryształy o temp. topn. 142—145° i może być otrzymany działaniem absolutnie suchego bezwodnika azotawego (N_2O_4) na czterochloroetylen ($CCl_2 = CCl_2$).

Reakcja zachodzi przy temperaturze 80° i przy wyższem ciśnieniu. W wyniku reakcji otrzymuje się produkt o wybitnych własnościach napastliwych, parokrotnie przewyższających napastliwość chloropikryny.

Nadzwyczaj interesujące własności wykazuje ββ dwuchloro-β nitroetylowy alkohol [45]) $NO_2CCl_2—CH_2OH$, który obok wybitnych własności łzawiących, duszących a częściowo i trujących posiada jaskrawo wyrażone działanie parzące [46]), przypominając pod tym względem iperyt.

Tu należy zauważyć, że według cytowanego autora [46]) działanie parzące wykazują wszystkie związki tego szeregu, które posiadają przy jednym węglu grupę nitro i halogen, a przy węglu sąsiednim grupę wodorotlenową.

Również jaskrawe własności napastliwe wykazują te z pośród pochodnych etylenu, które posiadają grupę nitro i halogen przy jednym i tym samym węglu. Jako przykład może służyć chloronitroetylen [47]) $NO_2Cl.C = CH_2$, który pod względem napastliwości parokrotnie przewyższa chloropikrynę. Jednak ogólna własność tej grupy związków — ich niestałość i łatwość polimeryzacji, czyni te związki mało przydatnemi jako ewentualne środki broni chemicznej.

---

41) Henry. Compt. rend. Acad. Sc. 1898; 1. 192.
42) Henry. Comp. rend. Acad. Sc. 1899, I. 1154.
43) Biltz. Ber. d. Deut. Chem. Ges. 35. 1528 (1902).
Kolbe „ „ „ „ „ 2. 326 (1869).
44) Argo. James. Donneli. Jour. Phys. chem. 23. 578 (1919).
45) Wilkendorf. Trenel. Ber. d. Deut. Chem. Ges. 56, 611 (1923); 57. 306. 2126 (1924).
46) Niekrasow. Chim. otr. wieszcz. Moskwa. 1930.—147.
47) Wilkendorf. Trinel. Ber. d. Deut. Chem. Ges. 57. 306 (1924).

PRZEGLĄD PRASY.

CZECHOSŁOWACJA.

VOJEŇSKO-TECHNICKÉ ZPRAVY — kwiecień 1931 r.

1. Wybuchy podwodne — inż. R. Divisz i kpt. J. Röthing.

Artykuł zawiera opis doświadczeń, przeprowadzonych przez autorów, z wybuchami pod wodą, oraz wnioski wyciągnięte z osiągniętych wyników. Pomysł tej pracy powstał z powodu niezgodności wyników w tej dziedzinie z prac dr. Stettbachera i dr. M. Tonegutti (Zeitschrift. f. d. ges. Schiess u. Sprengstoffwesen 1930 — Nr. 6 i Nr. 11)

Pierwszy z nich doszedł do wniosku, że efekt eksplozji podwodnej materjału wybuchowego jest mniejszy niż napowietrznego, drugi — twierdzi wręcz przeciwnie.

Jednocześnie autorzy rozszerzyli zakres, aby możliwie wszechstronnie wyjaśnić tę kwestję. W tym celu przeprowadzili oni następujące doświadczenia. W pierwszej serji wywoływali eksplozje materjału wybuchowego na płytce z żelaznej blachy kotłowej, o wymiarach 200 x 200 x 7 mm, umieszczonej na pustej mosiężnej łusce 150 mm. Jako materjał wybuchowy zastosowano 40 g. kw. pikrynowego, o gęstości 1·4, sprasowanego w cylinderek i umieszczonego w odpowiedniej wielkości pudełeczku blaszanem. Wybuch wywoływano za pomocą 2 g spłonki i zapłonnika elektrycznego.

Pierwszy wybuch wywołano na powietrzu, drugi pod wodą w ten sposób, że wszystko było w wodzie (łuska również napełniona wodą) i trzeci pod wodą, lecz z tą różnicą, że w łusce wody nie było. Porównywając wyniki autorzy doszli do wniosków, że:

1) efekt wybuchu jest największy, gdy ładunek otoczony jest wodą, pod płytką zaś znajduje się powietrze,

2) mniejszy przy wybuchu na powietrzu,

3) najmniejszy, gdy całość jest w wodzie.

Wyniki te tłumaczone są tem, że uszczelnienie ładunku wodą, ciężar wody nad ładunkiem i nieściśliwość wody zwiększają efekt wybuchu, zmniejszają zaś go: ochładzający wpływ wody i jej przeciwciśnienie (opór wody pod płytką).

Dalsze doświadczenia miały na celu stwierdzenie, że woda ochładza płomień, powstający przy wybuchu, i że to stłumienie eksplozji przejawić się powinno

w obniżeniu kruszności mat. wyb. Zastosowano tu próbę Hessa, polegającą na wywołaniu wybuchu 50 g cylinderka kw. pikrynowego o gęstości 1·4, umieszczonego na 3-ch płytkach stalowych, każda 4·5 mm grubości. Płytki położono na 2-ch cylinderkach umieszczonych jeden na drugim, z miękkiego ołowiu (4° Br) o średnicy 40 mm i wys. 30 mm każdy. Rezultat wybuchów—zgniot prawie dwa razy większy przy wybuchu na powietrzu niż w wodzie.

Podobny rezultat otrzymano przy wywoływaniu wybuchu 100 g ładunku kw. pikrynowego, umieszczonego w krążku ołowianym. Rozszerzenie otworu krążka było większe w wypadku wybuchu na powietrzu (metoda Zigalla).

Trzecim dowodem wpływu wody na przebieg wybuchu było stwierdzenie zmniejszenia szybkości detonacji mat. wyb. pod wodą. Zastosowano tutaj metodę Dautriche'a.

Omawiając dalej wpływ wody na przebieg wybuchu, autorzy powołują się na opis doświadczeń umieszczonych w „Der Bergbau" Nr. 12 z 1925 r. i w VTZ Nr. 1 z 1930, gdzie osiągnięto analogiczne wyniki.

2. *Utwardzanie stali zapomocą amonjaku — inż. dr. J. Korecky.*

Ogólnie zwiększa się powierzchniową twardość stali przez cementowanie czyli nawęglanie. Proces ten wymaga obróbki cieplnej i połączony jest z niebezpieczeństwem zmian objętościowych, zniekształcenia a nawet tworzenia się szczelin. Otrzymana warstwa jest rzeczywiście dostatecznej twardości i grubości, lecz nie jest odporna na temperatury powyżej 200°.

Ponieważ już dawniej zauważono wpływ utwardzający azotu, badania tej kwestji okazały, że azot z żelazem tworzą poniżej 580° C roztwór stały, powyżej tej temperatury — powstaje azotek żelaza, powodujący dużą kruchość. Do azotowania nie można używać zwykłej stali, lecz stal zlewną, zawierającą chrom, glin i molibden. Azotuje się amonjakiem, a właściwie azotem, powstającym przy dysocjacji NH_3.

Właściwy proces nitrowania polega na poddaniu utwardzanych gotowych przedmiotów działaniu prądu amonjaku w ciągu 24—72 godz. w temperaturze utrzymanej ściśle w granicach 490—510° C. Strumień amonjaku musi być przy tem taki, aby dysocjacja jego nie była w stanie równowagi, i aby w gazach odchodzących było najmniej 85—90% NH_3 a 10—15% H_2 i N_2. Kontrola procesu polega na pilnowaniu temperatury i składu gazów odpływowych.

Warstwa utwardzona jest grubości 0·3—0·6 mm i zależy od czasu, szybkości strumienia amonjaku i temperatury azotowania. Stal taka jest twardsza od stali cementowanej. Ponieważ stal azotowana jest bardzo krucha, nie można jej stosować tam, gdzie byłaby narażona na uderzenia. Natomiast względem tarcia jest ogromnie odporna. Przy azotowaniu zmiany wymiarowe są bardzo minimalne, nieprzekraczające 0·03—0·05 mm w każdym wymiarze i zgóry dające się przewidzieć. Stal azotowana jest również bardzo odporna na rdzewienie i wpływy atmosferyczne, jak również zaczyna tracić swą twardość około 500° C i to wolno.

Azotowanie rozpowszechniło się w St. Zj. A. Płn., a ostatnio coraz więcej i w Europie. Szczególniej przemysły samochodowy i lotniczy zużywają wielkich ilości tej stali.

W uzbrojeniu, narazie przynajmniej, azotowanie niema wielkiego zastosowania, jakkolwiek ma i tutaj dużą przyszłość, gdyż przez zwiększenie wytrzymałości

materjału możnaby zmniejszyć stopień zużycia, a tem samem potrzebne byłyby mniejsze zapasy. W artylerji można byłoby zastosować azotowanie do mechanizmów zamkowych, kierunkowych, jak również oporo-powrotników. W broni ręcznej i masz. — jedynie w częściach narażonych na tarcie.

Olbrzymie znaczenie azotowanie może mieć przy zastosowaniu do wszelkiego rodzaju sprawdzianów.

3. Nowe prądy w konstrukcji sprzętu artyleryjskiego — płk. inż. F. Wagenknecht.

Na wstępie autor zastrzega się, że w artylerji i technice pojęcie „współczesny" nie może mieć zastosowania, ponieważ jest pojęciem względnem i że to, co dziś jest takiem, jutro może być przestarzałem, i naodwrót: stara konstrukcja przez długi jeszcze czas może być „współczesną". Wobec tego, w zastosowaniu do artylerji, można omawiać i porównywać artylerję przedwojenną z obecną, powstałą z wyników doświadczeń.

Ponieważ podstawowem przeznaczeniem artylerji jest miotanie pocisków na najrozmaitsze cele, nastąpił podział jej na artylerję górską, polową, ciężką, przeciwlotniczą i t. p., w zasadzie na ruchomą i stałą. Jest rzeczą zrozumiałą, że każda taka grupa ma swoje wyraźne różnice konstrukcyjne. Takie typowe konstrukcje noszą nażwy swych macierzystych wytwórni, a więc może być mowa o systemie Schneidera, Kruppa, Szkody, Vickersa i t. p.

Przed wojną artylerja była uważana za broń pomocniczą piechoty, i dla tego największą uwagę zwracano na artylerję lekką polową, a sprzęt jej był dostosowany do strzelania max. na 6 km. O ciężkiej artylerji w polu nie myślano, i dla sprzymierzeńców spotkanie się z 305 mm moździerzami było przykrą niespodzianką.

Na podstawie doświadczeń z ubiegłej wojny obecnie stawia się nowym konstrukcjom następujące żądania:

A) Zwiększona donośność przy dopuszczalnym ciężarze sprzętu musi być dla:

lekkiej armaty polowej dyw.	12—14 km
lekkiej haubicy polowej dyw.	10 km (najmniej)
ciężkiej armaty polowej	do 20 km
ciężkiej haubicy	12 km i więcej

Większą odległość strzału osiąga się dużą szybkością początkową pocisku, ta ostatnia jednak wymaga odpowiednio długich i mocnych luf.

Dalej autor zwraca uwagę na samowzmacnianie luf i obszernie omawia tę kwestję, dając swego rodzaju szkic historyczny, oraz omawia znaczenie hamulca wylotowego i własności balistyczne pocisków.

B) Drugą cechą charakterystyczną dzisiejszej artylerji jest jej siła ognia (moc działa). Do tego potrzeba aby: 1) działo było stateczne, 2) odrzut i powrót lufy były możliwie krótkie, 3) pole ostrzału pionowego i poziomego powinny być możliwie duże, 4) funkcjonowanie zamka musi być sprawne, 5) amunicja ma być zespolona. (Pomimo to jest dążność do przejścia na amunicję podzielną ponieważ w ten sposób oszczędza się sprzęt przy strzelaniu na małe odległości).

C) Trzecią ważną sprawą jest kwestja pociągowa — obecnie coraz więcej stosuje się motoryzację, jako sposób oszczędniejszy i o większej wydajności. Doświadczenia pokazały, że traktor gąsienicowy z pełnem powodzeniem zastąpić może konia w każdym terenie.

Obecnie konstruowane działa dla ciągu konnego są tak obliczone, by mogły w każdej chwili zostać zmotoryzowanemi, a więc by mogły wytrzymać szybkości 12—25 km/godz.

W zakończeniu autor omawia stan artylerji czeskiej i dochodzi do przekonania, że dzięki posiadaniu na miejscu wytwórni Szkody czeski sprzęt artyleryjski w zupełności odpowiada współczesnym wymaganiom, a dalsza modernizacja jego jest tematem prac ministerstwa obrony narodowej i instytutu wojskowo technicznego.

J. D.

ITALJA.

RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO — Czerwiec — Lipiec 1931 r.

Zagadnienie jednostacyjnego mierzenia odległości. — Prof. A. Bernini, major art. w st. sp.

§ 1. Wstęp.

Autor wylicza okoliczności, w których używa się dalmierze jednostacyjne, oraz opisuje wykonane przez firmę Barr w Anglji pierwsze dalmierze o obrazach zgrywanych i ich następne udoskonalenia; przechodzi dalej do wyrabianych przez Zeissa dalmierzy stereoskopowych ze stałą skalą, które w czasie Wielkiej Wojny były używane we Francji i Italji; potem opisuje wysokościomierze (altimetry) i wreszcie niemieckie dalmierze storeoskopowe o ruchomych wskaźnikach.

W artykule tym autor wypowiada swoje zapatrywania na kwestję wyboru typu dalmierza i wykazuje konieczność dalszych studjów i udoskonaleń w tej dziedzinie.

Dalmierz „jednostacyjny" był od wielu lat używany na okrętach wojennych, na których niema miejsca na umieszczenie długiej bazy dalmierzy dwustacyjnych. W ostatniej wojnie dalmierz jednostacyjny znalazł zastosowanie również przy strzelaniach przeciw płatowcom oraz w baterjach artylerji polowej, gdy chodziło o szybkie otwarcie ognia bez uprzedniego wstrzeliwania. Należy zaznaczyć, że dalmierz zyskuje sobie coraz większe znaczenie i coraz szersze zastosowanie w miarę doskonalenia konstrukcji dział i osiągania przez nie coraz większej donośności i szybkostrzelności.

Dzisiaj jednostacyjnemi dalmierzami interesuje się nietylko wojsko. Meteorolog określa przy pomocy tego instrumentu wysokość i szybkość chmur; w marynarce handlowej dalmierz może służyć do mierzenia odległości od wybrzeża, latarni, pływaków i t. d., jak również do kontrolowania szybkości statków; podróżnik i geograf może nim robić szybkie pomiary odległości, lub też przy pomocy stereoskopu zdejmować profile krajobrazu. Byłoby również bardzo interesujące wypróbowanie dalmierza na pokładzie wielkich płatowców lub sterowców dla celów nawigacji powietrznej.

Stwierdzić trzeba, że w ostatnich czasach, z powodu braku doświadczonych fizyków i techników, którzyby chcieli i mogli zabrać się poważnie do zagadnienia mierzenia odległości przy pomocy dalmierzy, postępy w ich konstrukcji idą bardzo powoli.

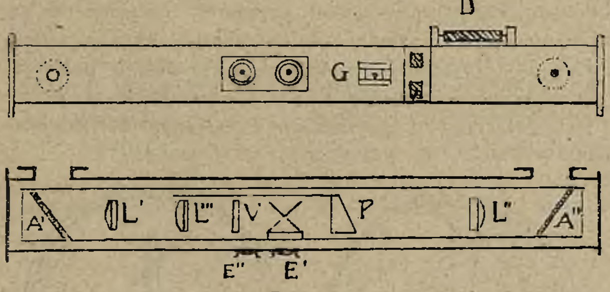
Byłaby pożądaną pewna zachęta do pogłębiania studjów w tej dziedzinie i inicjatywa w tym kierunku powinna być podjęta, zdaniem autora, *przez czasopisma naukowe oraz wyższe wojskowe szkoły techniczne.*

Autor pragnie niniejszym artykułem wzbudzić zainteresowanie czytelników sprawą dalmierzy, które w czasach dzisiejszych mają ogromne znaczenie dla obrony kraju.

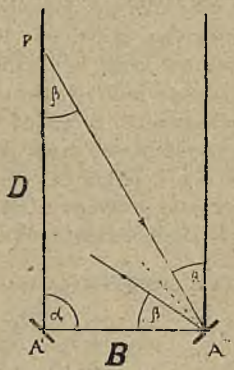
Dla łatwiejszego ujęcia zagadnienia autor podaje poniżej krótki zarys rozwoju konstrukcji tych genjalnych instrumentów.

§ 2. Pierwsze jednostacyjne dalmierze wytwórni Barr.

Pierwsze próby praktycznego rozwiązania zagadnienia pojawiły się już przed laty dwustu, ale nie przedstawiają one dla nas wielkiego znaczenia. Dopiero w roku 1888 poczynają się zjawiać rozwiązania, zasługujące na poświęcenie im większej uwagi. W tym roku, mianowicie, angielskiej wytwórni Barr i Stroud udało się skonstruować pierwszy model dalmierza o zgrywanych obrazach z bazą 0,75 m, którego opracowanie zostało jej polecone przez angielskie Ministerstwo Wojny. Dalmierzem tym można było mierzyć odległości z dokładnością, uważaną w owych czasach za wystarczającą. Zachęcona powodzeniem wytwórnia wykonała po czterech latach, na zamówienie angielskiej Admiralicji następny model dalmierza o bazie 1,52 m, który był przeznaczony do umieszczenia na okrętach; dokładność jego odpowiadała warunkom zamówienia i wynosiła 10 metrów na odległości 1000 metrów. Następnie skonstruowano nowy model o bazie 1,37 m i dwudziestokrotnem powiększeniu, który dawał dokładność dwa razy większą niż model poprzedni, a więc 5 metrów na 1000 m. Ten ostatni model zainstalowano wkrótce na wszystkich angielskich okrętach wojennych, następnie został on przyjęty w marynarce niemieckiej i japońskiej, a około roku 1900 znalazł się na okrętach wojennych wszystkich innych narodów. Układ tego dalmierza przedstawiają rys. 1 i 2.



Rys. 1.



Rys. 2.

Wszystkie części optyczne instrumentów podtrzymuje specjalny korpus z miedzi, zwany „belką“, który, ze swej strony, jest umieszczony w rurze miedzianej, ochraniającej go w dużym stopniu od wpływów zmian temperatury. Dwa płaskie metalowe zwierciadła A' i A'', nachylone do osi dalmierza pod kątem 45^0, zamocowane są na końcach „belki“. Jeżeli obserwowany przedmiot znajduje się

bardzo daleko, co praktycznie uważa się w optyce za nieskończoność, promienie padające na A' i A'' będą równoległe do siebie, odbiją się więc pod kątem 90^0 i pójdą wzdłuż osi dalmierza sobie na spotkanie. Jeżeli przedmiot się zbliży, a wielkość kąta α na rys. 2 zachowamy równą 90^0, to wiązka promieni, odbita od prawego zwierciadła A'', utworzy z osią dalmierza kąt β równy t. zw. paralaksie przedmiotu, której wymierzenie pozwala na określenie odległości D z równania:

$$D = \frac{B}{tg\,\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Dwie jednakowe soczewki L' i L'' (Rys. 1), osadzone w osi instrumentu przekazują na diafragmę, umieszczoną po środku tej osi, zupełnie jednakowe obrazy przedmiotu obserwowanego, które spotkają się, przesunięte mniej lub więcej względem siebie, w zależności od odległości przedmiotów od dalmierza; obrazy te można nastawić tak, żeby ich kontury zlewały się dokładnie, skierowując odpowiednio wiązkę promieni, idącą z prawego zwierciadła A'', zapomocą przyzmatu o małym kącie załamania, przez który promienie te należy przepuścić. Zmianę położenia obrazu otrzymuje się, przesuwając pryzmat wzdłuż osi dalmierza w jedną lub drugą stronę. Ruch prostolinijny pryzmatu, który w stosunku do przesunięć obrazu jest duży można zmierzyć przy pomocy nieruchomego wskaźnika i skali, przesuwającej się wraz z pryzmatem.

Na skali zamiast wartości paralaksy β lub $tg\,\beta$ możemy, posługując się równaniem (1) umieścić wprost odległości dalmierza od przedmiotu. Obserwowanie dokładnego pokrywania się obra ów na diafragmie w warunkach polowych byłoby bardzo trudne, należało więc uzupełnić instrument przez dodanie następujących urządzeń.

Umieszczono wewnątrz korpusu układ pryzmatów, nazwanych centralnemi, który przełamuje promienie, pochodzące z obu zwierciadeł A' i A'' dalmierza w kierunku prostopadłym do jego osi. Przez odpowiednie dostosowanie soczewek objektywu promienie te w postaci prawdziwych (nieodwróconych) zmniejszonych obrazów mogą być zaobserwowane przez okular E'. Dla ułatwienia obserwacji dokładnego pokrywania się obrazów, wspomniane wyżej pryzmaty centralne tak są umieszczone, że każdy z nich przesyła do okulara tylko połowę obrazu: jeden pryzmat górną, drugi dolną (Rys. 3a). Zestawienie dokładne tych dwóch połówek obrazu w jedną całość jest dla obserwatora bardzo łatwe i uskutecznia się przez pokręcanie walca D, który jest połączony z pryzmatem P, zwanym deflektorem i ze skalą wskazującą odległość.



Rys. 3a.



Rys. 3b



Rys. 4.

W razie jeżeli układ nie jest „wyregulowany na wysokość" (Rys. 4) należy uciec się do pomocy płytki *V* o ściankach płaskich i równoległych, przez którą przechodzi wiązka promieni, wpadająca przez lewy objektyw *A'*. Płytkę tę można poruszać zapomocą specjalnego pokrętła, przesuwając tym sposobem promień świetlny w pożądanym kierunku.

Wyregulowanie instrumentu na odległość polega na wykorzystaniu istniejącego w każdym dalmierzu urządzenia *G*, pozwalającego na poruszanie pryzmatu *P* deflektora) również niezależnie od skali, wskazującej odległości.

Znając odległość pewnego przedmiotu, nastawiamy skalę na tę odległość pokręcając walec *D*, który wprawia w ruch cały układ —deflektor i skalę; poczem obserwujemy przedmiot i, o ile obrazy jego nie są zgrane — zgrywamy je, nie jak zwykle przez pokręcanie walca *D* wraz ze skąlą, lecz zapomocą wspomnianego na początku tego ustępu urządzenia, poruszającego tylko deflektor, niezależnie od skali, która pozostaje nieruchoma.

Soczewka *L'''* służy do wyrównania pewnych rozbieżności między obrazami, które mogłyby utrudnić obserwację.

W każdym dalmierzu jest przewidziane urządzenie, zwane astygmatyzatorem które służy do wydłużenia obrazu przedmiotów, mających wygląd punktu (np. światła latarni), w kierunku prostopadłym do linji, dzielącej obraz na dwie części, górną i dolną, a to w celu ułatwiania zgrywania obrazu.

Okular *E''*, który znajduje się z lewej strony okulara *E'* służy do obserwowania skali odległościowej, umieszczonej wewnątrz dalmierza.

§ 3. Wiadomości o błędach dalmierzy.

Mówi się, że opisany model dalmierza daje dokładność pomiaru 5 metrów na 1000 metrów odległości. Nie oznacza to jednak, iż na 2000 metrów będzie tylko 10 metrów błędu, a na 3000 m — 15 m i t. d. Łatwo dowieźć, że omyłka ΔD, którą się popełnia przy obliczaniu odległości według wzoru $D = \frac{B}{tg\,\beta}$, zależy nie od injowej wartości odległości, lecz od jej kwadratu, co wyraża się wzorem:

$$\Delta D = \frac{\Delta \beta}{B} D^2 \; ; \qquad . \quad . \quad . \qquad (2)$$

gdzie *B* jest podstawą dalmierza, $\Delta \beta$ — błędem, który jest możliwy przy mierzeniu kąta paralaksy β, będącej funkcją ostrości wzroku operatora ($\varepsilon \simeq 15''$).

O ile instrument zaopatrzony jest w urządzenie optyczne powiększające obraz np. *N* razy, to błąd β nie będzie $\Delta \beta$ lecz $\frac{\Delta \beta}{N}$; skąd równanie (2) przyjmie postać:

$$\Delta D = \frac{\Delta \beta}{N} D^2 \frac{1}{206265} \qquad . \quad . \quad . \qquad (3)$$

gdzie iloraz $\frac{1}{206265}$ służy do zamiany kąta β w sekundy. Z równania powyższego można wyliczyć, że przy pomiarach na 6000 m dalmierzem, którego błąd wynosi średnio 5,5 m na 1000 m odległości, możemy otrzymać różnicę, wynoszącą 197 m; jest to zbyt dużo przy obecnych warunkach strzelania.

Należy zaznaczyć, że oprócz błędów zależnych od ostrości wzroku obserwatora jest jeszcze cały szereg błędów samego instrumentu, a więc:

a) błąd, pochodzący od zmian długości podstawy w zależności od zmian temperatury otoczenia; błąd ten jest proporcjonalny do D;
b) dwa błędy zależne od podziałki skali i jej odczytywania; jeden z nich jest proporcjonalny do D, drugi do D^2;
c) błąd, powstający przez wyginanie się korpusu dalmierza, proporcjonalny do D^2;
d) błąd, pochodzący od nieznacznego zruszenia sie pryzmatu deflektora, proporcjonalny do D^2 (bywa przyczyną również rozregulowania się dalmierza na wysokość).

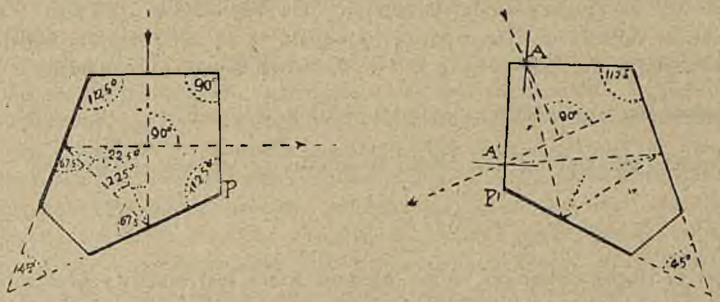
Błędy te, zwane „błędami systemu", można zredukować przez odpowiednie wyregulowanie instrumentu, ale całkiem ich usunąć nie można nigdy; stanowią więc one, wraz z błędami obserwacji, jak i innemi przypadkowemi błędami odczytania lub wizowania, czynnik, który w dużym stopniu obniża dokładność teoretyczną instrumentu.

§ 4. Ulepszenia, zastosowane przez wytwórnię Barr.

Aby zwiększyć dokładność pomiarów konstruktorzy dążyli wszelkiemi sposobami do ulepszeń, zmniejszających błędy dalmierza.

Więc doprowadzono do minimum zmiany długości podstawy dalmierza, występujące w zależności od zmian temperatury, przez skonstruowanie korpusu skompensowanego i otoczenie go warstwą substancji niewrażliwej na ciepło.

Zamiast zwierciadeł odbijających zastosowano czterościenne pryzmaty optyczne, mające dwie ściany odbijające nachylone do siebie pod kątem 45^0 (Rys. 5).



Rys. 5.

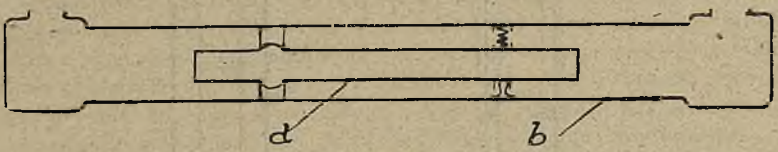
Pryzmaty te eliminują zjawisko zruszenia się powierzchni odbijających, ponieważ zachowują zawsze kąt 90^0 pomiędzy promieniem wchodzącym a wychodzącym.

Wprowadzono dalej wielkie uproszczenie i ułatwienie regulacji dalmierza przez zastosowanie poruszania skali niezależnie od deflektora, zamiast deflektora niezależnie od skali, jak to było w pierwszych modelach; przy tej inowacji można bardzo dokładnie przeprowadzić wyregulowanie dalmierza na odległość.

Następnie, aby uniezależnić się przy regulowaniu dalmierzy od światła i warunków atmosferycznych, wytwórnia Barr skonstruowała aparat bardzo dowcipnie pomyślany, umożliwiający w pokoju nastawienie dalmierza na nieskończoność.

W miarę zwiększania się donośności dział, należało zwiększyć dokładność obserwacji; w tym celu konstruktorzy postanowili zwiększyć „charakterystykę“ dalmierza (iloczyn z przybliżenia i długości podstawy w metrach). Zwiększenie przybliżenia nie sprawiło wielkich trudności, natomiast wydłużenie podstawy napotkało tych trudności bardzo wiele; okazało się bowiem bardzo trudnem uniknąć przeginania się długich rur, użytych na korpusy dalmierzy.

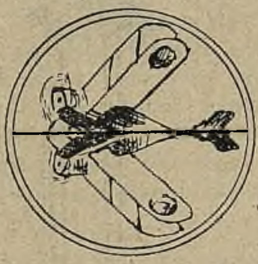
Wprowadzono więc podwójne korpusy: w kadłubie wewnętrznym zwanym „belką" ze stali „invar", (oznaczony literą *a* na Rys. 6) umocowano wszystkie części optyczne, oprócz „czworościanów", które umieszczono w końcach rury zewnętrznej *b*. Potem wprowadzono cały szereg innych ulepszeń i udogodnień, jak np. zamiast dzielenia obrazów, zgrywanie dwóch całkowitych obrazów, lecz odwróconych do siebie o 180^0 (Rys. 7a i 7b), zwiększenie ruchu zespołu pryzmatów przy małych przesunięciach wiązki promieni, ulepszenie nastawiania odległości i sposobu jej regulowania.



Rys. 6.



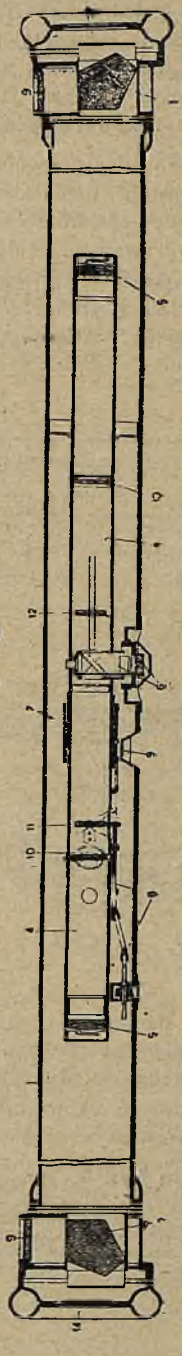
Rys. 7a.



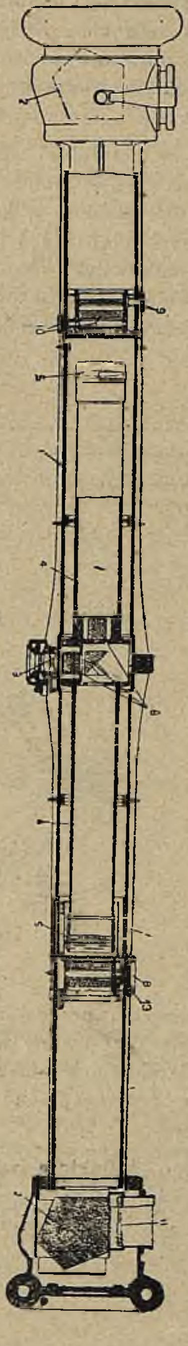
Rys. 7b.

Przekroje dalmierzy o obrazach odwróconych, przedstawiają Rys. 8 i 9; na przekroju Rys. 8 element 12 wyobraża deflektor, przesuwany wzdłuż osi dalmierza, elementy zaś 10 i 11 — dwie płyty o powierzchniach płaskich i równoległych, które mogą się obracać około osi wzajemnie prostopadłych w celu regulowania nastawiania obrazów na wysokość i na odległość.

Na przekroju Rys. 9, zamiast ruchomego deflektora widzimy diasporametr (element 8) z chwytem zewnętrznym (13), dla obu zaś nastawień służy jedna płyta o powierzchniach płaskich i równoległych (9) oraz drugi diasporametr (10).



Rys. 8.



Rys. 9.

§ 5. Dalmierze Goerza i Zeissa.

W tym czasie, kiedy firma Barr doprowadziła dalmierze do stanu, opisanego w poprzednim rozdziale, pojawiły się dalmierze Goerza i Zeissa, którzy wykorzystali, oczywiście, doświadczenia poprzednika, lecz ze swej strony wprowadzili również wiele ulepszeń, tak w wyrobie części optycznych, jak i innych szczegółów, z których autor wymienia wewnętrzne regulowanie zgrywania obrazów. Sposób ten jest bardzo pożyteczny na okrętach, gdzie regulowanie nastawienia obrazów sposobem zwykłym jest niemożliwe.

§ 6. Pierwsze stereoskopowe dalmierze Zeissa o skali stałej.

Zeiss nie poprzestał na udoskonaleniu dalmierza o obrazach zgrywanych, lecz przestudjował i wykonał typ nowy t. zw. stereoskopowy (który zresztą, jak zaznacza autor, był proponowany we Francji przez Dollet'a już w roku 1861).

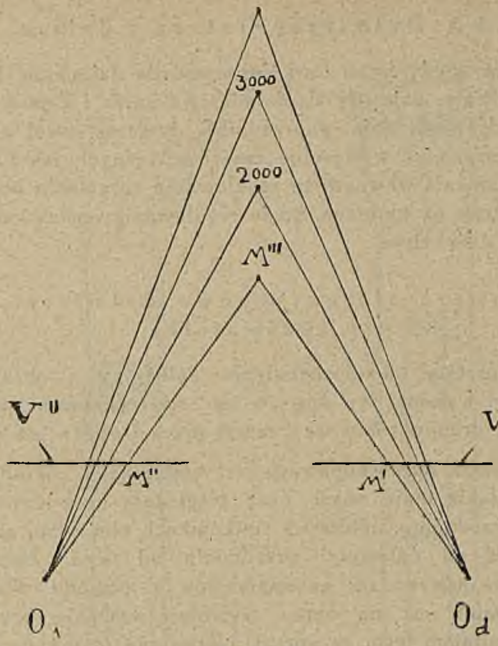
Zasada dalmierza stereoskopowego jest następująca. Wiadomo, że z powodu różnego położenia, jakie mają nasze oczy względem obserwowanego przedmiotu, dwa obrazy tego przedmiotu, odbite na siatkówkach obu oczu, są różne mniej lub więcej, w zależności od odległości przedmiotu od oczu. Złożenie tych dwóch obrazów w jeden, co odbywa się automatycznie z powodu właściwości naszych oczu ustawiania swoich osi na obraz, wywołuje wrażenie bryłowatości. Bryłowatość, będąca rezultatem tego, że obrazy zestawiane różnią się między sobą, będzie tem większa, im większa będzie odległość między oczami; odległość tę można zwiększać dowolnie przez użycie znanych lornet stereoskopowych.

Możemy więc przez dwa szkła V' i V'' (Rys. 10) obserwować naprzód jednem okiem, a potem drugiem szereg pali, ustawionych w określonych od obserwatora odległościach, np. 1000 m., 2000 m., 3000 m. i t. d., znacząc na odpowiedniem szkle (prawem lub lewem) położenie palików obserwowanych każdem okiem oddzielnie. Jeżeli następnie usuniemy paliki i spojrzymy przez oba szkła jednocześnie obu oczami, zobaczymy naskutek wrażenia bryłowatości, oba znaki odpowiedniej odległości, jakby zlane w jeden i robiące wrażenie jakby były nie na szkle, a w miejscu, gdzie poprzednio znajdował się palik.

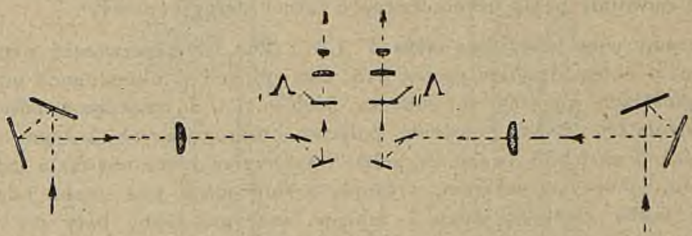
Dla zmierzenia odległości od jakiegoś przedmiotu należy skierować na niego te dwa rzędy znaków i zauważyć, z któremi znakami obraz przedmiotu spotyka się, albo między któremi i w jakiem miejscu się znajduje; odległość jego będzie odpowiadała odległości, jaką wyobrażają dane znaki.

Ponieważ odległość pomiędzy oczami jest bardzo mała, gdyż wynosi zaledwie około 65 m/m, więc instrument taki, jak wyżej opisany, byłby niewygodny do użytku, z powodu tego, że znaki, wyobrażające odległości, nawet dla bardzo dużych odstępów w terenie, byłyby zbyt blisko siebie rozmieszczone na szkłach, co utrudniałoby wielce obserwację. Wobec tego powiększono sztucznie odległość pomiędzy oczami, oddalając objektywy, przez umieszczenie ich na końcach długiej „podstawy" oraz zastosowano pewne powiększenie obrazu. W ten sposób otrzymano dalmierz stereoskopowy o skali stałej, którego schemat przedstawia Rys. 11.

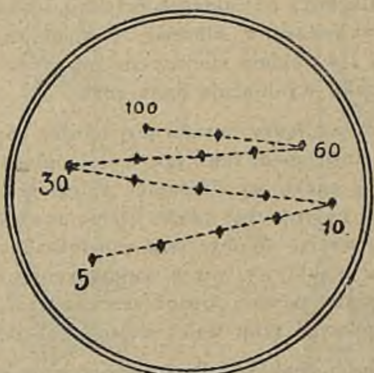
Dla zwiększenia ilości znaków odległościowych na skali, bez zbytniego ich zmasowania, umieszczono je w zygzaki, jak na Rys. 12.



Rys. 10.



Rys. 11.



Rys. 12.

Należy zaznaczyć, że w dalmierzu stereoskopowym chodzi nie o zgrywanie dwóch obrazów, lecz o porównywanie jednego wypukłego obrazu ze znakami odległościowemi; stanowi to dużą trudność z powodu niedostatecznej ostrości wzroku obserwatora. Według Helmholtza najmniejsza różnica paralaks, którą oko ludzkie może w dalmierzu stereoskopowym uchwycić i która jest potrzebna do oznaczenia różnicy położenia wgłąb dwóch jakichkolwiek przedmiotów, byłaby 30″ t. j. o wiele więcej niż 15″—20″ wymagane jako konieczne minimum ostrości widzenia, potrzebne do obserwowania przez dalmierz o obrazach zgrywanych. Ta okoliczność pozwalała przypuszczać, że dalmierz stereoskopowy nie da takiej dokładności, jak dalmierz a obrazach zgrywanych, co też w rzeczywistości praktyka potwierdziła. Jednakże dokładne pomiary robione nad ostrością wizowania wykazały, że nawet przy stereoskopach można osiągnąć u wielu jednostek 20″, a nawet 15″; więc jeżeli dalmierz stereoskopowy o skali stałej nie dawał tej dokładności, co dalmierz o zgrywanych obrazach, pochodziło to głównie od trudności umieszczenia znaków mikromierza (skali) z pożądaną dokładnością.

Pierwsze stereo Zeissa o podstawie 1,3 m. i 20-krotnem powiększeniu dawały średnio błąd 12,5 m. na 1000 m. odległości; dalsze wykonania nie były lepsze. Zdawało się, że typ ten nie będzie mógł rywalizować w dokładności z dalmierzem o obrazach zgrywanych, tembardziej, że znaki i cyfry stereo zajmowały w polu widzenia bardzo dużo miejsca, co utrudniało, po określeniu przybliżonego położenia celu, odseparowanie znaku porównawczego, konieczne dla dokładnego oznaczenia odległości.

Na tem autor kończy przegląd rezultatów, osiągniętych w ciągu lat trzydziestu.

W § 7 autor opisuje instrumenty, używane w wojsku italskiem w czasie wojny i wylicza szereg błędów i niedogodności dalmierza o obrazach zgrywanych.

Najważniejsze błędy są te, że rezultaty obserwacji przedstawiają dużo do życzenia co do dokładności. Częstokroć obserwacje jednego płatowca robione jednocześnie przez 4—5 dalmierzy, obsługiwanych przez wytrawnych obserwatorów, dawały tak rozbieżne dane, że trzeba było podawać w wątpliwość wszystkie otrzymane rezultaty. Trudność sprawia utrzymanie w polu widzenia płatowca, który zmienia wysokość, a nawet trzeba przestać obserwować, gdy płatowiec zbliży się do zenitu.

Przy obserwowaniu przedmiotów o linjach wygiętych trudno bardzo zgrywać ich obrazy, i powoduje to wiele błędów, przyczem wielkość błędu zmniejsza się w zależności od krzywizny zgrywanych linij.

W § 8 autor dokładnie opisuje skonstruowaną przez siebie w czasie wojny podstawę o trzech osiach i wykazuje jej zalety i łatwość ruchu przy obserwowaniu przez dalmierz o obrazach zgrywanych płatowców, zmieniających wysokość lotu.

§ 9. Nowe dalmierze Zeissa o znakach ruchomych.

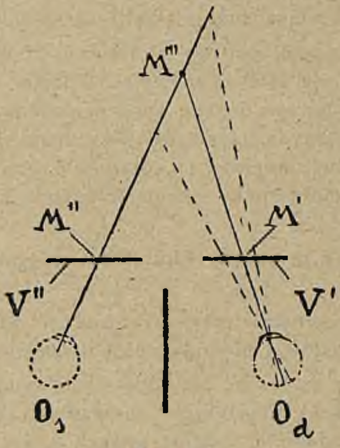
Autor przypomina, że przed wojną stereo nie mógł rywalizować w dokładności z typem o obrazach zgrywanych, zapanowało więc ogromne zdziwienie, gdy po wojnie, a nawet już po bitwie Jutlandzkiej stwierdzono, że wszystkie okręty niemieckie były zaopatrzone w dalmierze stereoskopowe; dalmierze te jednakże posiadały urządzenie, zwiększające w ogromnym stopniu dokładność pomiarów. Urzą-

dzenie to proste, choć trudne do skonkretyzowania, jest opisane w patencie Francuza A. de Groussilier z r. 1893.

Zamiast małych znaków porównawczych, stosowanych w poprzednich stereo, nowe dalmierze mają pośrodku skali znak centralny, uzgadniany, albo lepiej porównywany, z przedmiotem obserwowanym, przez poruszanie, jak w typach o obrazach zgrywanych, zewnętrznego pokrętła, wskutek czego znak ten robi wrażenie przesuwania się wgłąb.

Zasadę tę można łatwo wyjaśnić.

Na dwóch szkłach *V′* i *V″*, z których jedno znajduje się nawprost oka prawego, a drugie nawprost oka lewego (Rys. 13), są umieszczone dwa identyczne znaki *M′* i *M″*; znaki te dla patrzącego obu oczami w okulary dalmierza zleją się w jeden obraz bryłowaty, który robi wrażenie, jakgdyby był obrazem przedmiotu, znajdującego się w położeniu *M‴*.



Rys. 13.

Jeżeli przy pomocy śruby mikrometrycznej spróbujemy poruszyć szkło, noszące znak *M′*, zdolność widzenia stereoskopowego spowoduje wrażenie, że przesuwa się wgłąb tylko bryłowaty znak *M‴*. Wyobraźmy sobie, że poruszenia szkła *V′* będą zaznaczone na połączonej ze śrubą mikrometryczną skali, na której można będzie umieścić odległości, odpowiadające położeniu przedmiotu porównywanego ze znakiem na skali dalmierza. Wyobraźmy sobie w dalszym ciągu instrument zaopatrzony w pryzmaty odbijające oraz w układ optyczny powiększający, a będziemy mieli nowy dalmierz, który należy nazwać stereoskopowym o znaku ruchomym, dla odróżnienia go od dalmierza stereoskopowego o skali stałej. Autor zwraca wreszcie uwagę na to, że trudno lub zgoła niemożliwem było zauważyć z dostateczną dokładnością niezmiernie małe poruszenia się szkła *V′*, wywołane pokręcaniem śruby mikrometrycznej, które stanowiły poważną trudność w pierwszych dalmierzach tego typu i czemu zapobiegł Zeiss przez zmianę pierwotnego układu w ten sposób, że szkła *V′* i *V″* są nieruchome, więc znak środkowy znajduje się zawsze na odległości stałej, określonej zbieżnością okularów, przesuwa się natomiast, zapomocą poruszania pryzmatu deflektora, jeden z dwu

obrazów przedmiotu obserwowanego. W rezultacie obraz bryłowaty przedmiotu przesuwa się wgłąb względem znaku centralnego, chociaż wrażenie otrzymuje się przeciwne: jakoby znak się przesuwał.

Właściwie instrument powinienby nazywać się dalmierzem stereoskopowym o ruchomym obrazie, a nie o ruchomym znaku, lecz zachowała się ta ostatnia nazwa ze względu na otrzymywane przez obserwatora wrażenie.

Pryzmat deflektora ulega stosunkowo dużym przesunięciom nawet przy małych zmianach odległości, więc łatwo jest je zmierzyć.

Dokładność tego typu instrumentów, które wzięte były jako łup wojenny, a w roku 1925 już pojawiły się na rynku, jest o wiele większa niż poprzednich stereo o stałej skali, a nawet niekiedy większa niż normalnych dalmierzy o obrazach zgrywanych.

Pojęcie o urządzeniu wewnętrznem dalmierza stereoskopowego o ruchomym znaku można sobie wyrobić z Rys. 14, gdzie przedstawiony jest dalmierz produkowany od roku 1926 we Francji w firmach S.O.P. i S.O.M.

W praktyce zauważono, że łatwiej jest posługiwać się instrumentem, jeżeli na płytce oprócz znaku centralnego dodać jeszcze szereg znaków pomniejszych, które układają się, jakgdyby posiadały pewną głębokość w przestrzeni.

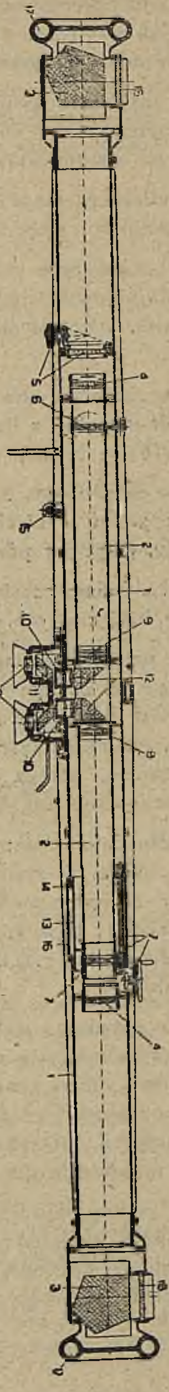
We Francji układają często znaki te w formę litery X, którą wyobraża Rys. 15,—po usunięciu linij ciągłych, łączących znaki.

Takie pola pomiarowe (zwane mikrometrami) zaopatrzone w znaki, jak na Rys. 15, mają zaledwie 2,5 mm^2 powierzchni, i muszą być bardzo dokładnie wykonane, są więc bardzo trudne do zrobienia. Otrzymuje się je za pomocą dwukrotnego reprodukowania z rysunku trzysta razy większego, niż wymiar ostateczny podany wyżej. Przy tej robocie, oprócz dokładności wykonania i specjalnej staranności, wymagane jest zachowanie czystości, jakości i przezroczystości tła rysunku.

Znaki w polu pomiarowem są rozmieszczone z dokładnością do jednej sekundy łuku, co oznacza, że rysunek 300 razy większy musi być wykonany z dokładnością 0,2 mm na jeden metr (co wynosi 0,0002 pomiaru zasadniczego). Wahania dzienne temperatury powodują większą zmianę wymiarów papieru niż powyższa tolerancja, należy więc rysunek wykonywać na materjale mało poddającym się wpływom temperatury.

Regulowanie dalmierza stereoskopowego o skali ruchomej odbywa się w sposób identyczny, jak dalmierza o obrazach zgrywanych, a więc przez nastawienie na przedmiot, znajdujący się na znanej odległości, lub też w nieskończoności; albo zapomocą przyrządu dającego wrażenie sztucznej nieskończoności, czyli t. zw. statywu o linjach pionowych, lub też wreszcie, przy dalmierzach okrętowych, przy pomocy specjalnego urządzenia dla regulowania wewnętrznego.

Ustawienie na wysokość reguluje się zapomocą posuwania wewnętrznej „belki" (wewnętrznego kadłuba) w stosunku do kadłuba zewnętrznego, w którym są zamocowane czterościany optyczne odbijające obrazy, lub też za pomocą płytki o ścianach płaskich i równoległych.



Rys. 14.



Rys. 15.

§ 10. Dalmierze wysokościowe. (Wysokościomierze).

Dalmierze jednostacyjne dają odległość D na linji położenia przedmiotu; wiadomem jest, że znając kąt położenia ε można otrzymać wysokość H równania

$$H = D \sin \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Dla niektórych metod strzelania przeciwko płatowcom potrzebna jest wysokość celu w stosunku do baterji, jako jedna z danych strzału; dla szybkiego otrzymania tej wysokości bez dodatkowego liczenia skonstruowano wysokościomierz, który w zasadzie nie różni się od dalmierza, gdyż właściwie zawsze mierzy się tylko odległość od celu, a dopiero zapomocą mniej lub więcej skomplikowanych mechanizmów, umieszczonych wewnątrz wysokościomierza, otrzymuje się automatycznie wysokość celu.

§ 11. Kwestja przewagi jednego z dwóch typów dalmierzy.

a) Jakiemu z dwóch typów dalmierzy należałoby dać pierwszeństwo, trudno dzisiaj, zdaniem autora, zadecydować ostatecznie, chociaż wielu posługujących się temi instrumentami zdecydowało się na korzyść dalmierza stereoskopowego.

Zwolennicy stereo mówią, że:

1) w normalnych warunkakh stereo daje większą dokładność, niż dalmierz o obrazach zgrywanych;
2) daje większą jasność pola widzenia, ponieważ promień światła przechodzi przez mniej załamań i odbić;
3) na okrętach daje lepsze pomiary, nawet w wypadkach kiedy, naskutek wibracyj, spowodowanych przez ruch maszyn, dalmierza o obrazach zgrywanych niepodobna dobrze nastawić;
4) mniej męczy obserwatora, gdyż patrzy on normalnie, obu oczami;
5) pozwala nawet przy skąpem oświetleniu dobrze obserwować, podczas kiedy przy zgrywaniu obrazów błędy w takich razach są ogromne;
6) rozregulowanie się stereo na wysokość nie wpływa na dokładność pomiarów;
7) pozwala na łatwe mierzenie odległości bez względu na formę przedmiotu obserwowanego;
8) daje możność sądzenia o działaniu strzału i o prawidłowości wstrzelania się, przez możność łatwego obserwowania odległości wybuchów krótkotrwałych;
9) nie wymaga konieczności utrzymania obrazu we środku pola widzenia, co dla łatwiejszego zgrania obrazów jest konieczne, przynajmniej w kierunku pionowym, w dalmierzach o obrazach zgrywanych.

Sądząc tylko z pierwszego wrażenia, jak twierdzi autor, wszystkie wymienione prerogatywy stereo wydają się mieć rację; ale wystarczy rozpatrzeć je z odrobiną krytycyzmu i oto co się otrzymuje.

b) Porównywając rezultaty obserwacyj jednego i tego samego płatowca, przeprowadzonych jednocześnie przy pomocy różnych dalmierzy, autor robi wykresy, z których dochodzi do przekonania, że dzisiaj wogóle nie jesteśmy jeszcze w możności określić odległości lecącego płatowca z dokładnością, gwarantującą strzał skuteczny. Pochodzi to nie z powodu małej precyzji dalmierzy tego czy innego

typu, ponieważ odległość celu stałego lub wolno poruszającego się można określić z wystarczającą dokładnością obu typami dalmierzy, lecz ponieważ nie zrealizowaliśmy dotychczas instalacji, która umożliwiałaby obserwowanie płatowca tak, jakgdyby był on nieruchomy.

c) Przechodząc do dokładności praktycznej w warunkach t. zw. normalnych, a więc przy dobrem świetle i celu nieruchomym, autor zauważa, że w tej sprawie istnieje dużo materjałów z doświadczenia marynarki angielskiej oraz zakładów, wyrabiających dalmierze. Materjały te wykazują, wbrew twierdzeniom Niemców, że stereo nie daje, jednakże, większej dokładności niż typ o obrazach zgrywanych.

d) Co się tyczy dogodności przy użyciu obu oczu w czasie obserwowania przez dalmierz, to nasuwa się tutaj wiele wątpliwości. Nie podzielając całkowicie zdania Anglików, że tylko niewielu ludzi posiada zdolność widzenia stereoskopowego (wypukłego), autor również mocno wątpi w twierdzenie Niemców, którzy utrzymują, że przy pewnej wprawie każdy może zdolność tę osiągnąć. Jest pewien procent ludzi, którzy nie mogą jej osiągnąć nigdy, jak również jest sporo takich, którzy w czasie obserwacji tracą ją naskutek zmęczenia.

Autor wspomina o jednym obserwatorze, który z wysiłku nad zachowaniem zdolności widzenia stereoskopowego dostał czegoś w rodzaju morskiej choroby.

Zwolennicy stereo wpadają w rodzaj nieporozumienia; uważają oni mianowicie, że przeciwnicy stereo zrobili się dlatego tylko jego przeciwnikami, ponieważ nie mogą się upewnić, że widzenie stereoskopowe jest dla każdego dostępne. Autor twierdzi, że niedość posiadać zdolność stereoskopowego widzenia, aby móc przy pomocy stereo określać odległość z zadowalającą dokładnością tak, jak nie wystarczy mieć jednego oka, aby być dobrym obserwatorem przez dalmierz o obrazach zgrywanych, chociaż do obserwacji przez niego jest tylko jedno oko niezbędnie potrzebne. Mieć możność widzenia stereoskopowego jest to warunek niezbędny, ale nie wystarczający.

e) Pewną dogodność dalmierza stereoskopowego przy obserwowaniu rezultatów strzelania, z powodu możności korygowania ognia, należy przyznać, lecz trzeba zaznaczyć, że nie dotyczy to strzelania przeciwko płatowcom, gdyż, jak dotychczas, strzelania takiego nie można korygować przy pomocy żadnego z dwóch typów dalmierzy.

O przebiegu strzelania do celów stałych niezbyt trudno jest sądzić również i przy użyciu dalmierza o obrazach zgrywanych, o ile obserwator określi sobie, jakiej odległości odpowiada takie czy inne przesunięcie się wzajemne zgrywanych połówek obłoczka wybuchu szrapnela.

f) Poprzednio, rzeczywiście, dużym plusem stereodalmierza było to, że nie wymagał dokładnego korygowania na wysokość; korygowanie takie zaś niezbędne jest przy typie o obrazach zgrywanych i przytem trudno bardzo jest osiągnąć je w nocy lub też przy obserwowaniu przedmiotów, w których brak pionowych linij prostych. Obecnie, jak twierdzi autor, trudność ta nie istnieje przy zastosowaniu sposobów regulowania na wysokość, opisanych w niniejszym artykule, które pozwalają osiągnąć dużą dokładność regulacji. Powyższe należy mieć na uwadze przy porównywaniu obu typów dalmierzy.

g) W książce „O bitwie Jutlandzkiej", opublikowanej przez Admiralicję Angielską, probowano doszukać się ważkich argumentów dla poparcia tezy niemieckiej o przewadze dalmierzy stereoskopowych, lecz autor twierdzi, że raporty w tej

książce przytoczone nie moga być brane jako dowody poważne, ponieważ nie podają określonych i pewnych faktów i nie stawiają zdecydowanych zarzutów dalmierzom o obrazach zgrywanych.

h) Rzeczywistym, poważnym plusem dalmierza stereoskopowego jest możność używania go, bez żadnych przeszkód, w instalacjach, podlegających silnym wstrząsom i wibracjom, jak również tam, gdzie zachodzi konieczność wizowania na kłęby dymu, jakie często otaczają okręty strzelające.

Te więc tylko zalety mogłyby wyjaśnić i uzasadnić przyjęcie się dalmierzy stereoskopowych na okrętach wojennych.

i) Autor dowodzi, na podstawie swoich doświadczeń, przeprowadzonych w szkole artylerji w Nettuno, że nawet o zmierzchu, kiedy oświetlenie przedmiotów jest słabe, stereo nie wykazuje większej jasności niż dalmierz o obrazach zgrywanych.

j) Przy obserwacjach nocnych stereo, zdaniem autora, pozostaje w tyle za dalmierzem o obrazach zgrywanych, ze względu na słabe oświetlenie skali mikrometru (znaków pola pomiarowego), zależne całkowicie od jasności celu, a które utrudnia określenie położenia obrazu celu w stosunku do znaków pomiarowych.
Autor wspomina, że w szkole dalmierzystów w Hiszpanji na 21 doświadczonych dalmierzystów, którzy robili obserwacje nocne przez oba typy dalmierzy, 17 oświadczyło się za dalmierzem o obrazach zgrywanych. Należy więc przypuszczać, że większa jasność pola widzenia, którą spostrzegamy, patrząc w stereo, pochodzi nie tylko od mniejszej ilości odbić promieni świetlnych, lecz przeważnie od większej średnicy objektywów, stosowanej powszechnie w dalmierzach stereoskopowych; a ponieważ nie powoduje ona większej dokładności obserwacji, więc nie może być poczytywana za jakąś specjalną zaletę dalmierza stereoskopowego.

Dodatek do § 11.

Autor zaznacza, że po wysłaniu rękopisu powyżej streszczonego artykułu do druku, przeczytał artykuł majora A. Tirindelli *) p. t. „Stereoskopja w służbie przeciwlotniczej", w którym ten ostatni ma nadzieję przekonać czytelników, że mierzenie odległości zapomocą dalmierzy stereoskopowych jest więcej niż wygodne, jest jedynie pewne dla celów ruchomych jak płatowce. Autor jest zdania, że artykuł majora Tirindelli nie przynosi nic nowego, co mogłoby włynąć na zmianę ujęcia problematu mierzenia odległości do płatowców w locie; problematu, który dzisiaj jeszcze więcej dotyczy sposobu użycia dalmierza niż zasady, na podstawie której dalmierz został zbudowany. Autor uważa, że naogół dowiódł już w swoim artykule, jak mało uzasadnione są twierdzenia o przewadze stereo nad dalmierzem o obrazach zgrywanych i chce tylko podkreślić, że major Tirindelli swoje twierdzenia opiera na porównywaniu dalmierzy o obrazach zgrywanych firmy Galileo we Florencji, wykonanych w czasie wojny, kiedy ani optyczna część, ani mechaniczna nie stały na wysokości zadania,—z dalmierzami stereoskopowemi Zeissa, najnowszej produkcji; oprócz tego soczewki objektywów dalmierzy Galileo miały powierzchnię prawie dwa razy mniejszą, niż soczewki stereo; były więc, niezależnie od kwestji obserwacji, już przez samą konstrukcję w warunkach o wiele mniej przychylnych, tak pod względem ilości światła, jak i wyrazistości obrazów.

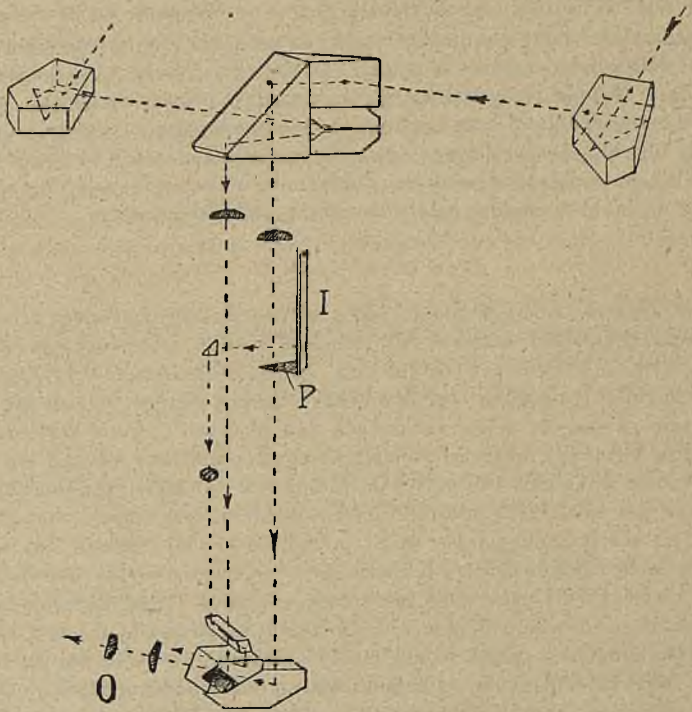
*) Przegląd Artyleryjski t. XIII (1931 r.) str. 374.

§ 12. Dalmierz podwójnego użytku.

W rozdziale tym autor opisuje nowy instrument skonstruowany przez firmę S. Giorgio, a mianowicie dalmierz o obrazach zgrywanych, który ma grupę specjalnych pryzmatów, pozwalających obserwować przedmiot przez dwa okulary; instrument ten może być użyty do mierzenia odległości albo przy pomocy zgrywania obrazów, albo stereoskopowego widzenia, albo też jedno i drugie razem. Instrument ten nie jest jeszcze dokładnie wyprobowany, ale należy przypuszczać, że odda on duże usługi przez możność, zależnie od okoliczności, zastosowania do obserwacji tej z dwu metod, która właśnie będzie dawała najlepsze rezultaty.

§ 13. Dalmierze peryskopy.

Do użytku w czasie walk okopowych i w celu ochrony obserwatorów przed nieprzyjacielskim ostrzałem — skonstruowała firma francuska O. P. L. dalmierz z urządzeniem, umożliwiającem przesyłanie obrazów w kierunku pionowym do obserwatora, znajdującego się w ukryciu. Schemat takiego dalmierza przedstawia Rys. 16.



Rys. 16.

§ 14. Program na przyszłość.

Autor wyraża nadzieję, że w artykule swoim przedstawił dostatecznie dokładny obraz aktualnego stanu w dziedzinie jednostacyjnego mierzenia odległości i próbuje w dalszym ciągu uprzytomnić sobie, jakby należało postępować w przyszłości celem racjonalnego zastosowania obu typów dalmierzy w warunkach i okolicznościach najbardziej dla nich odpowiednich, oraz w celu zwiększenia praktycznej ich dokładności w warunkach normalnych.

A więc doświadczenie wykazało, że ze zwiększaniem przybliżenia zbyt daleko iść nie można, gdyż przekroczenie pewnych granic wpływa ujemnie na wyrazistość obrazu, szczególniej, jeżeli warunki oświetleniowe nie są pierwszorzędne. Jedynem prawidłowem rozwiązaniem w tym kierunku, według autora, byłoby zaopatrzenie dalmierza w dwa lub trzy stopnie powiększenia, które możnaby stosować w zależności od warunków oświetleniowych.

Zwiększenie podstawy napotyka na nadzwyczajne trudności, o których była mowa wyżej; trudności te jednakże nie są niemożliwe do przezwyciężenia.

Dalszych postępów należy oczekiwać w coraz większej akuratności wykonania układów optycznych, oraz doskonałości gatunków tworzyw, używanych do wykonywania powierzchni odbijających. Jest nadzieja że można spodziewać się wynalezienia substancji więcej nadającej się niż szkło do wyrobu powierzchni srebrzonych, w sensie mniejszej wrażliwości na zmiany temperatury. Doświadczenia M. Arnulfa, ogłoszone w Nr. 8 „Revue d'optique" z sierpnia 1927 r. wskazywałyby że krzem roztopiony nadawałby się bardzo do tego celu ze względu na swój mały spółczynnik rozszerzalności i duże przewodnictwo ciepła.

Obecnie przeprowadza się studja nad wpływem temperatury na dokładność dalmierzy i w tym celu umieszcza się je w skrzyniach, w których pozostawione są odpowiednie otwory umożliwiające normalne posługiwanie się dalmierzem, podczas kiedy temperaturę w skrzynce zmienia się w miarę potrzeby.

Co się tyczy ulepszeń w użyciu dalmierzy do określania odległości od płatowców w locie, to przewaga dalmierza stereoskopowego nad dalmierzem o obrazach zgrywanych lub naodwrót jest, zdaniem autora, iluzoryczna, gdyż ani jeden, ani drugi typ nie odpowiada wszystkim wymaganiem, stawianym w tej dziedzinie, i jedyne możliwe tutaj ulepszenie widzi autor w zastosowaniu do któregokolwiek typu dalmierza podstawy, umożliwiającej ruchy w trzech do siebie prostopadłych płaszczyznach. Podstawę taką zresztą skonstruował sam autor i wypróbował ją w czasie wojny, jak pisze, z bardzo dodatnim skutkiem.

Dla łodzi podwodnych należałoby przestudjować typ dalmierza o podstawie pionowej, gdyż parometrowa podstawa pozioma byłaby zbyt widoczna dla przeciwnika.

Autor zaznacza w końcu, że w Italji problemat jednostacyjnego mierzenia odległości nabiera coraz więcej znaczenia i wzbudza coraz większe zainteresowanie wśród kół technicznych, jak również poparcie sfer decydujących.

St. M.

STANY ZJEDNOCZONE A. P.

INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY — styczeń 1932.

Rozpoczął druk szeregu artykułów, dotyczących sposobów prowadzenia prac w instytucjach badawczych wielkiego przemysłu chemicznego Ameryki. Jeżeli się zważy, że autorówie tych artykułów, chociaż są ludźmi nauki, ale nauki nie ścisłej akademickiej, a stosowanej, a swoje siły oddają na usługi przemysłu, czyli organizacji, która musi ciągnąć zyski ze wszelkich zaangażowanych w przedsiębiorstwie kapitałów, — to zdanie tych ludzi nabiera specjalnej wagi i znaczenia. Praca badawcza w przemyśle musi się opłacać, musi dawać wyniki praktyczne, które muszą przynosić korzyści materjalne i to w możliwie krótkim czasie. Ameryka słynie z naukowej organizacji pracy, słynie z tego, że w jej wytwórniach praca ludzka jest do możliwych granic zmechanizowana, że chodzi tam o to, by najmniejszy ruch człowieka nie był zmarnowany, i na tle tych stosunków do pracy ludzkiej w dziedzinie produkcji fabrycznej, jakże dziwnie brzmią słowa o pracy wynalazczej i badawczej, głoszone przez ludzi ściśle od szeregu lat z wytwórczością przemysłową związanych.

Poniżej podajemy tłumaczenie jednego z tych artykułów.

Na czem polega kierowanie pracami badawczemi. E. Mees, kierownik „Instytutu Wynalazków i Postępu" Eastman Kodak C⁰, Rochester N. Y.[1])

Kierownictwo pracami badawczemi w przemyśle składa się z trzech zagadnień:

1) Dostarczenie odpowiedniego personelu, urządzeń laboratoryjnych i zaopatrzenia materjałowego.

2) Rozstrzygnięcie, jakie zagadnienia mają podlegać opracowaniu i wyznaczenie tematów prac dla personelu.

3) Zużytkowanie osiągniętych wyników.

W y b ó r p e r s o n e l u i i n s t a l a c y j.

Dobranie personelu dla prac badawczych i zaopatrzenie go w niezbędne urządzenia i instalacje leży niewątpliwie w zakresie zadań kierownictwa. W małej pracowni — kierownik będzie wybierał osobiście cały personel, będzie zajmował się w miarę potrzeby sprawami personalnemi i przy pomocy jednego pomocnika będzie kontrolował zakupy i dostarczał pomoce naukowe. W dużej pracowni—kierownik musi zrezygnować z większości tej pracy, angażując tylko wybitniejsze siły personelu i zdając na pomocników całą sprawę zakupów i kontroli. Jednakże powinien on utrzymywać bezpośredni kontakt z większością swoich pracowników i nie powierzać zbytnio spraw personalnych w obce ręce.

Sztuka kierownictwa jest nadewszystko sztuką kierowania ludźmi. Rzeczą nader pożądaną w kierowaniu pracownią badawczą jest unikanie zbyt uciążliwej organizacji i subordynacji. Ludzie pracujący w takich laboratorjach mają zazwyczaj wybitnie niezależne i krytyczne usposobienie i nie znoszą metod biurokratycznych. Niewątpliwie wielką omyłką byłoby dopuszczenie do tego, by praca badawcza podlegała kierownictwu administratorów, którzy nie sympatyzują z wynikami tej

---

[1]) W roku 1927 Eastman Kodak C⁰ posiadała Instytut Badawczy, złożony z 142 pracowników technicznych (przyp. tłum.).

pracy i którzy wciąż próbują normalizować i regulować sprawy, które same przez się nie nadają się do standaryzacji i regulowania.

Dla pracownika naukowego jest plusem, o ile kłopoty gospodarcze pracowni są uregulowane w ten sposób, że w razie zapotrzebowania przez pracownika nowego aparatu, lub pomocnika dla przygotowania materjałów, lub wykonania przezroczy, może otrzymać to, co potrzebuje na skutek prostego zamówienia. Plusem również jest porządek i systematyczność. Systematyczne godziny pracy są zaiste lepsze niż nieregularne, i niema nic złego w tem, jeżeli posiada się określony system w prowadzeniu konferencyj, dyskusyj i t. d. Ale nadmierna administracja jest szkodliwa, jak jej kompletny brak, a istnieje niebezpieczeństwo, że biuro, które powinno być sługą badacza, może stać się jego panem.

Wybór i przydzielanie personelowi prac badawczych.

Przy omawianiu zakresu kompetencji kierownictwa w stosunku do sposobu prowadzenia samych badań, główny nacisk musi być położony na wpływ rozmaitych planów kierownictwa na otrzymywane wyniki. Chociaż są to rzeczy całkiem jasne, jednak nieraz widzi się, że kierownictwo skłonne jest uważać opracowanie samego planu pracy raczej za cel sam w sobie, niż za środek do osiągnięcia celu, a przy pracy badawczej celem jedynie możliwym są wyniki tej pracy. Jedynem usprawiedliwieniem istnienia pracowni badawczej przemysłowej jest otrzymywanie przez nią nowych i ulepszonych produktów, metod i procesów, i kierownictwo, które spowoduje otrzymanie największej ilości nowych produktów, metod i najtańszych procesów, będzie tem samem najlepszem kierownictwem.

Ponieważ otrzymywanie wyników w pracach badawczych jest procesem często psychologicznym, przeto kierowanie temi pracami jest zależne od psychologji odnośnych pracowników. Ludzie, zajmujący się pracą badawczą, należą do rozmaitych typów ludzi i pozostawienie każdemu pracownikowi, w zależności od jego cech indywidualnych, możliwie maksymum swobody w pracy, jest najważniejszym czynnikiem przy osiąganiu najlepszych wyników. Jakkolwiek bądź doskonale byłaby urządzona pracownia i jakkolwiekbądź staraliby się pracownicy wykazywać osiągnięte wyniki, to jednakże, o ile ci pracownicy nie będą mieli natchnienia do robienia wynalazków, w ślad za któremi idą wysiłki zastosowań praktycznych, — praca ich będzie jałowa. Wyników w pracy badawczej nie można osiągnąć samem harowaniem, a zbyt szczegółowe opracowanie planu prac, które jest tak ważnym czynnikiem we współczesnej produkcji fabrycznej, może stać się wielkim minusem w pracy badawczej.

Sytuacja w tym wypadku da się porównać do sytuacji w czasie wojny. Rozpoczynać wojnę bez żadnego planu, — jest rzeczą fatalną. Rozpoczynać wojnę ze sztywnym planem, który nie może być zmieniany w miarę powstawania nowych okoliczności, — może również okazać się fatalnem. Ale stanowi to olbrzymi minus całokształtu zagadnień współczesnej mobilizacji wojennej, że z chwilą jej rozpoczęcia musi ona być doprowadzona do końca według zgóry ułożonego planu, niezależnie od mogących powstać nowych okoliczności, gdyż niemożliwe jest cokolwiek zmienić, dopóki cała operacja nie jest skończona.

Należy za wszelką cenę unikać sztywności planu w organizowaniu prac badawczych w przemyśle. Kierownictwo nietylko musi potrafić zastosowywać swoje postępowanie do psychologji pracowników, ale powinno być zdolne do zmiany planu badań w miarę tego, jak się praca rozwija i czynione są nowe odkrycia.

Ta elastyczność planu wymaga kierownictwa, pozostającego w nadzwyczaj bliskim kontakcie z praktycznie pracującemi badaczami tak, aby ich psychologja mogła być należycie zrozumiana, a plan prac mógł ulegać zmianom w miarę rozwijania się wypadków. W ten sposób dochodzimy do ideału organizacji prac badawczych: „zaangażować odpowiednich ludzi i pozwolić im robić, co się im podoba". W praktyce ten ideał „nie-organizacji" nie może być osiągnięty w żadnej instytucji. Nie wszyscy badacze są jednakowo zdolni. Nie wszyscy mogą samodzielnie kierować swemi pracami; a w pracowni, w której każdyby miał prawo robić, co mu się żywnie podoba, w końcu powstałoby prawdopodobnie wielkie zamieszanie, ze sporą dozą nieporozumień osobistych. Dlatego musimy wprowadzić pewne formy organizacji działowej, aby w ten sposób rozgraniczyć poszczególne zakresy pracy. Rozplanowanie bieżącej roboty w takim razie będzie powierzone kierownikom działów, którzy obowiązkowo powinni być wybitnymi specjalistami i ściśle współpracować z ludźmi, pozostającymi pod ich kontrolą.

Jedną z najpoważniejszych trudności dla kierownika instytucji badawczej, będzie żądanie ze strony dyrekcji przedsiębiorstwa przedstawienia określonych planów na przyszłość, z pożądanem dokładnem obliczeniem kosztów pracy, gdyż dyrekcja przypuszcza, że prace badawcze mogą być naprzód obciążone z taką samą dokładnością, jak wystawienie nowych budynków, lub produkcja fabryczna. To jest niezgodne z rzeczywistością, ale kierownik może uczynić dyrekcji ustępstwo i stworzyć takie plany i budżety. Zarówno on, jak i dyrekcja są w szczęśliwem położeniu, jeżeli tego rodzaju sytuacja nie zachodzi.

Ogólnikowy plan prac badawczych jest pożyteczny; szczegółowy plan, według wszelkiego prawdopodobieństwa, będzie o wiele mniej wart. Ogólny budżet może na coś zdać się, szczegółowy będzie prowadził jedynie do tego, aby zmuszać biuro rachunkowe przy pracowni do fałszowania jego pozycyj faktycznych, gdy się one nie zgadzają z preliminowanemi. Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że dyrekcja chciałaby wiedzieć, ile każda poszczególna praca będzie kosztowała po to, aby rozważyć, czy się opłaci ją rozpoczynać, — ale w praktyce taki budżet będzie mało wart, gdyż przewidzieć, w jakiem tempie pojdzie praca, nie można, chyba w bardzo luźnem przybliżeniu. Finansowanie pracowni badawczej sprowadza się do tego, aby przydzielić pewną ilość pieniędzy na badania i dać kierownikowi możność wydawania ich z możliwie największym pożytkiem.

Jeżeli jakaś praca, do której zaangażowano ludzi i na którą przeznaczono pewne fundusze, rozwija się pomyślnie, to jest rzeczą pożądaną przydzielić do niej większą ilość ludzi i zwiększyć odpowiednio fundusze. Jeżeli w miarę posuwania się naprzód praca nie wróży specjalnych korzyści, to zwykle lepiej zmniejszyć na nią wydatki, a ludzi skierować na inne pole pracy. Ogólne prawidło prac badawczych jest takie same, jak dla każdego innego rodzaju gry: „Zapomnieć o stratach i oczekiwać zysków". Prace badawcze są zasadniczo spekulacją, różnią się one jednak tem od większości innych spekulacyj, że wygrana przypada zwykle w udziale spekulatorowi tak, że jeżeli użyto do przemysłowych prac badawczych ludzi kompetentnych i prowadzi się je bez względu na wszelkie piętrzące się trudności i niepowodzenia, osiągnięcie w końcu zysków jest niezawodne.

M. S.

ARMY ORDNANCE — styczeń—luty 1932 r.

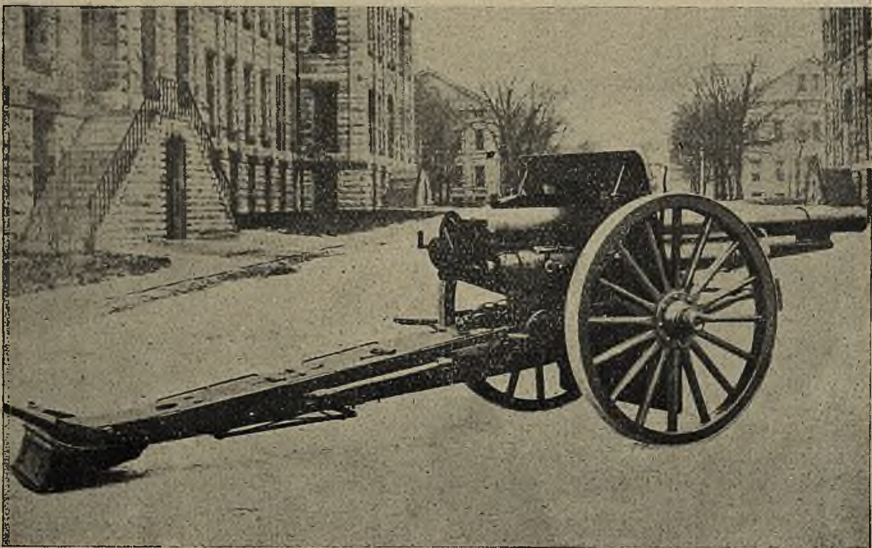
1. *Życiorys płka sł. uzbr. D. M. Kinga* (1869—1932), ostatnio kierownika zbrojowni Rock Island.

2. *Sprzęt artylerji korpusowej* — jej rozwój powojenny i stan obecny, — kpt. sł. uzbr. E. Goebert.

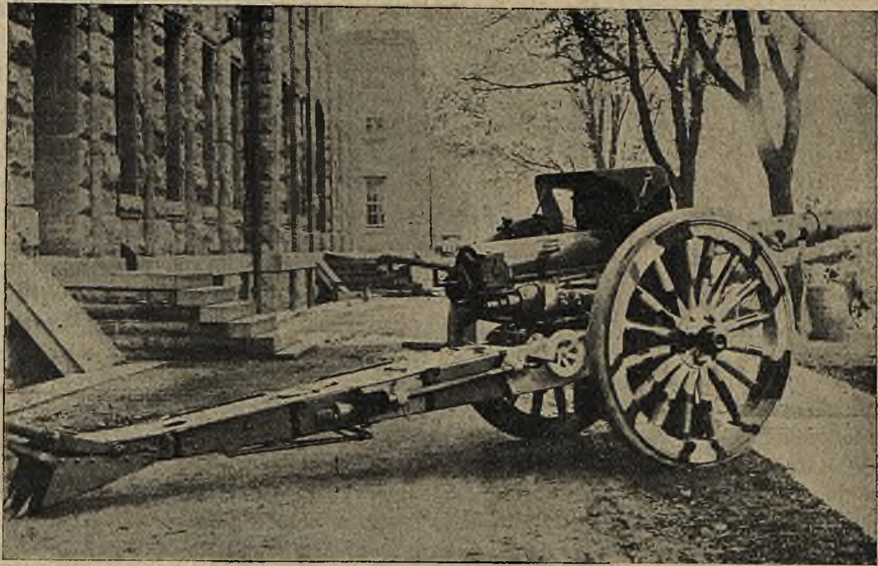
Podział artylerji ruchowej na trzy główne klasy: dywizyjna, korpusowa i armji ustala odrębne cechy charakterystyczne dla każdej klasy; typy sprzętu są zależne od jego przeznaczenia. Przeznaczeniem artylerji korpusowej jest obrona artylerji dywizyjnej przed artylerją przeciwnika, ponadto stosowanie ognia nękającego i wzbraniającego wzdłuż frontu korpusu do głębokości większej niż ogień artyl. dywizyjnej oraz ostrzeliwanie umocnionych punktów, kolei żelaznych i dróg zaopatrzenia. Komisja kalibrów w swym raporcie z dnia 5.V.19 r. wybrała dwa rodzaje dział dla art. korpusowej: armatę i haubicę. Wyobrażalna armata powinna mieć kaliber 4,7—5", donośność 16200 m, ciężar w marszu 5400—6750 kg, kąty podniesienia od — 5° do + 80°, boczne pole ostrzału 360°. Wyobrażalna haubica miała mieć kaliber 155 mm, donośność 14.400 m, kąty podniesienia od — 5° do + 65°, okólne pole ostrzału bocznego, a ciężar zbliżony do ciężaru armaty korpusowej.

W czasie wojny światowej wojsko amerykańskie używało armaty 4,7" wz. 60 r. (donośność 7780 m, podniesienie 15°; boczne pole 8°; ciężar w marszu 4420 kg). Działo to przed wojną miało koła na obręczach stalowych, w czasie wojny — na pełnych gumowych (rys. 1 i 2).

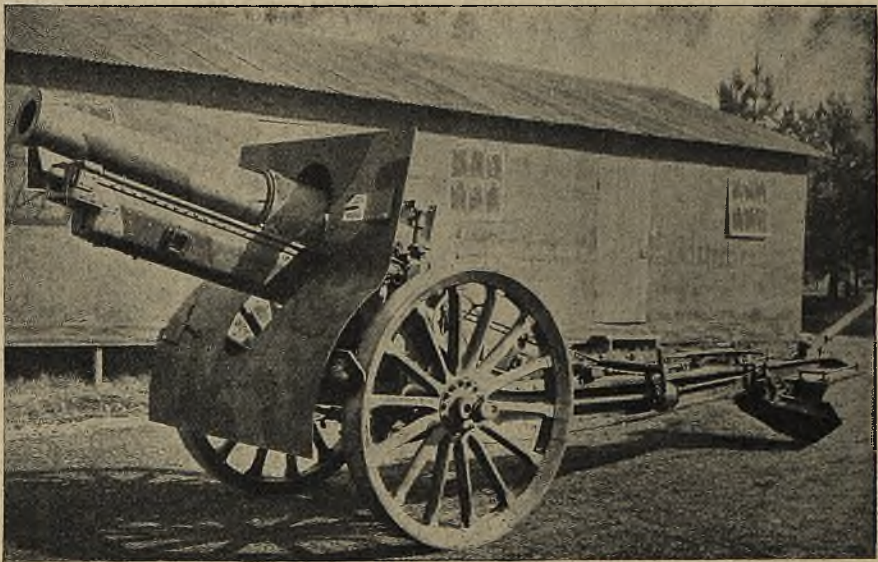
Towarzyszką tej armaty była hb. 155 mm. Schneidra wz. 17 i 18. Pierwszy z tych wzorów miał tarczę wygiętą i koła o obręczach stalowych, wykonywany był we Francji; drugi — wyrabiany w Ameryce, miał tarczę płaską, oraz koła na obręczach gumowych (rys. 3 i 4). Haubice te miały donośność do 11.160 m,



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.

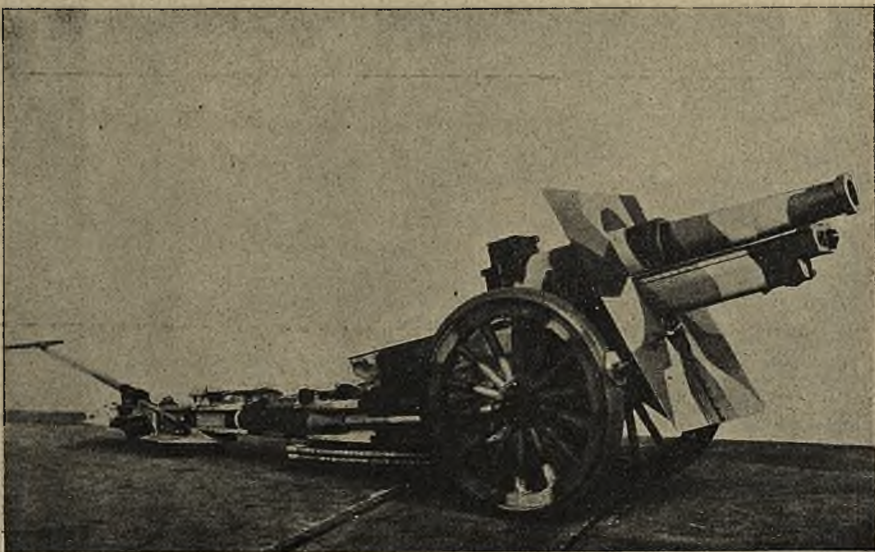
kąty podniesienia do 42°, boczne pole 6° i ważyły w marszu po 4270 kg. Wobec dużych różnic w danych balistycznych i konstrukcyjnych pomiędzy działami istniejącemi a proponowanemi, Dep. Uzbr. zapoczątkował w 1919 r. studja nowych łóż dwuogonowych wspólnych dla obu typów dział korpusowych.

Powstało próbne łoże wz. 20 dla armaty 4,7" lub hb. 155 mm. (rys. 5 i 6). Jako armata ważyło to działo 6120 kg. na stanowisku i 7110 kg. w marszu. Armata uzyskała donośność 18050 m, kąty podniesienia do 65°, boczne pole 60°. Ciężar całej haubicy był prawie ten sam przy donośności 14.750 m, (kąty 65° i odpowiednio 53°). Łoże posiadało zawieszenie elastyczne wyłączane w czasie strzału oraz odciążacze lufy pneumatyczne (pierwsza konstrukcja tego typu).

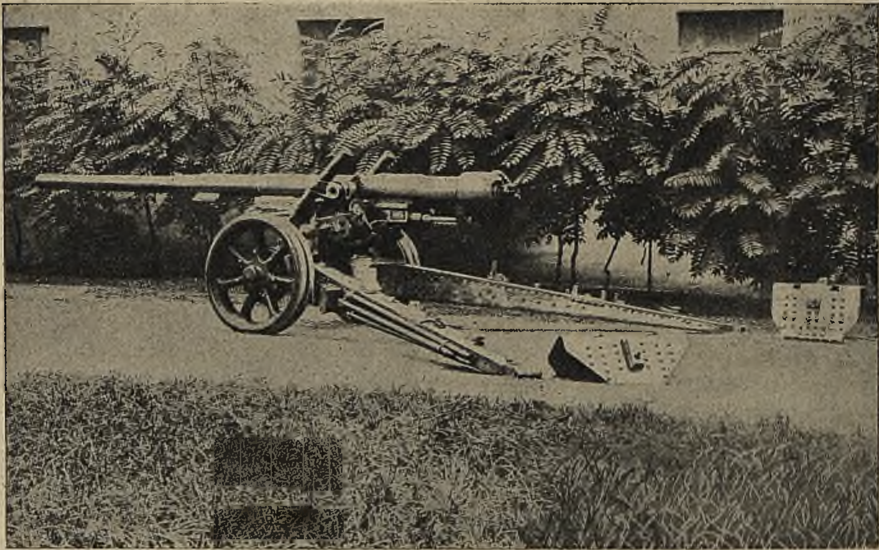
Próby jazdą i strzelaniem wykazały różne błędy, na skutek czego postanowiono zaprojektować oba łoża oddzielnie. Łoże haubicy musiało być mocniejsze i cięższe.

Powstał zatem model nowy armaty 4,7" wz. 21 (rys. 7), przy zachowaniu donośności 18.050 m i zmniejszeniu podniesienia do 45°, ciężar spadł na 5715 kg. W armacie wz. 20 lufa przewożona była na osobnym wozie. Armata wz. 21 była badana w 1925 r. przez komisję artylerji polowej, która w marcu 26 r. wyraziła się o tej konstrukcji dodatnio i proponowała przyjęcie tego łoża za wzorzec; jednak licząc się z dalszym postępem tej broni, zdecydowano odłożyć ostateczną decyzję na czas bliżej nieokreślony.

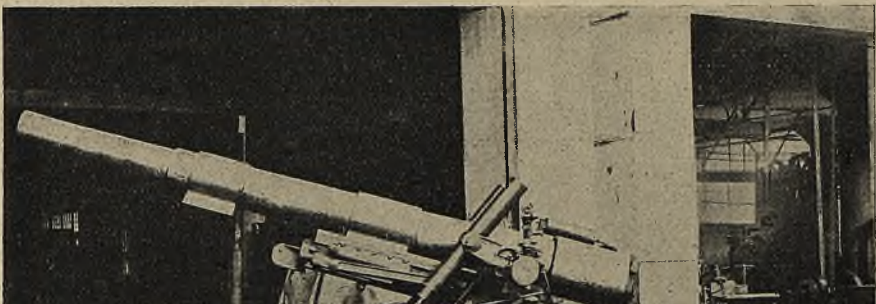
Dla haubicy 155 mm. zbudowano drewniany model wz. 25 (rys. 8), który teoretycznie miał mieć następujące cechy: donośność i kąty podniesienia, jak we wz. 20 r., boczne pole 60°, ciężar na stanowisku 5800 kg, w marszu — 6450 kg. Wprowadzono w nim kilka ulepszeń konstrukcyjnych. Po dokładnych studjach model ten zarzucono, natomiast zaprojektowano i zbudowano nowe łoże hb. T 1 (rys. 9 i 10); przy tej samej donośności działo to ma podniesienie 60°, boczne



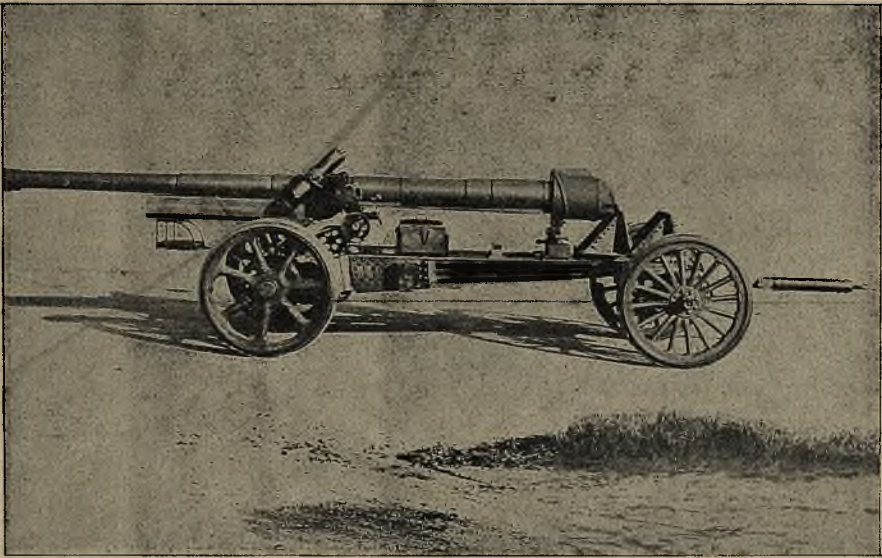
Rys. 4.



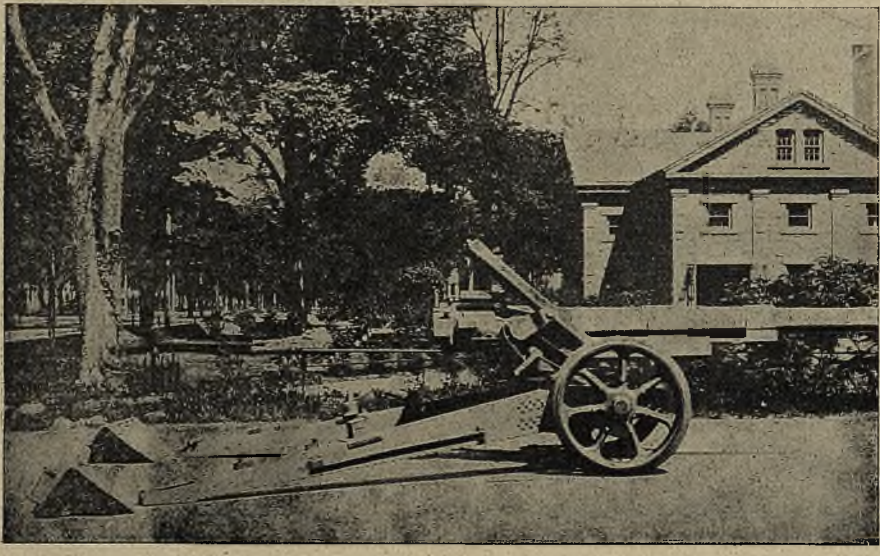
Rys. 5.



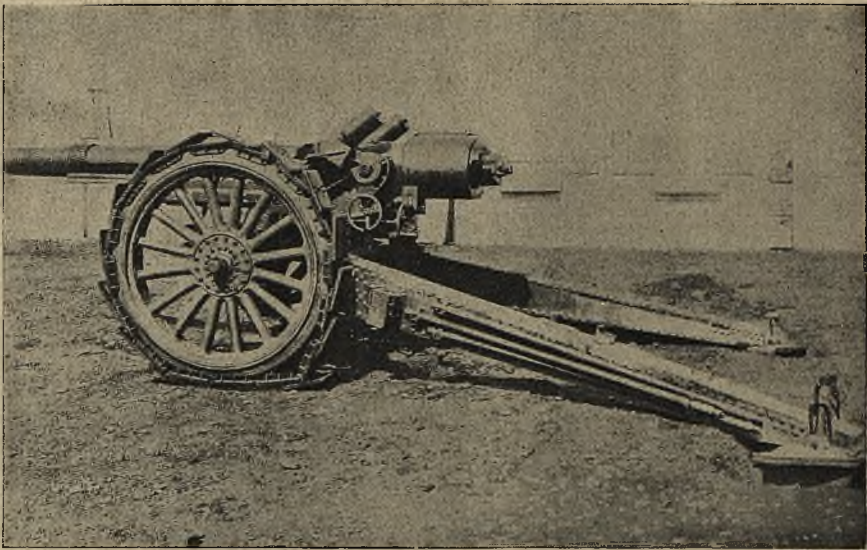
Rys. 6.



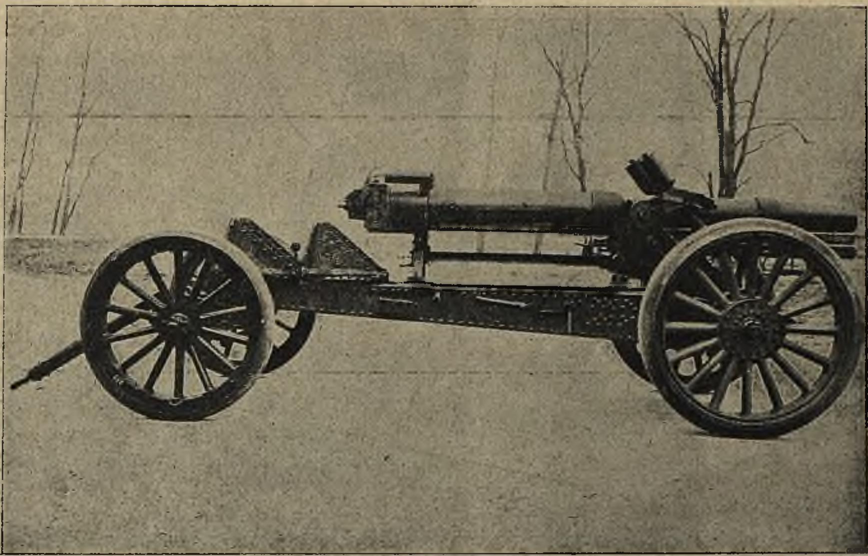
Rys. 7.



Rys. 8.



Rys. 9.



Rys. 10.

pole 55°, waży zaś na stanowisku 6385 kg, a w marszu 7425 kg; przy użyciu ckoli członowych na koła ciężar wzrasta do 8080 kg. Wysokość linji ognia 1300 mm, odrzut stały 1150 mm. wymaga kopania niewielkiego dołu pod zamkową część lufy przy dużych kątach podniesienia. Odciążacze są pneumatyczne z regulatorem przy zmianie temperatury. Głowica łoża z odlewu stalowego, ogony nitowane. Pewne ulepszenia posiadał typ cokolwiek zmieniony $T_1 E_1$. Typy te są obecnie w stadjum prób; jest jednak rzeczą wątpliwą, czy będą one ostatecznie przyjęte na uzbrojenie. Dostosowane są one do przewozu ciągnikami. Chodzi następnie o możność jazdy z szybkością do 50 km/godz., o ulżenie ciężaru przez wyrób łoża metodą spawania, i odpowiednie studja wstępne dokonane są przez autora tego artykułu (niższa linja ognia, zmienny odrzut).

3. *Uzbrojenie w 1931 r.* — wyciąg z dorocznego raportu szefa Dep. Uzbr. generała S. Hofa. W roku ubiegłym Departament Uzbrojenia pracował nad systemem decentralizacyjnym planów wojennych, ustalonym w roku budżetowym 1929. System ten okazał się zadowalającym i nie poczyniono w nim żadnych zmian. W tym roku wykończono jeden plan specjalny, skorygowano dwa inne specjalne plany i przygotowano plan uzbrojenia dla próbnej mobilizacji oraz plan koncentracji. Plany „służby przemysłowej" co do produkcji wojennej w zbrojowniach i co do dostaw wojennych od przemysłu postąpiły wydatnie naprzód, zwłaszcza w kierunku wyrobu amunicji. Poddano szczegółowym studjom problemat nabijania amunicji. Biura okręgowe uzbrojenia weszły w bliższy kontakt z miejscowym przemysłem (w sprawach planów wojennych), a szkolenie oficerów rezerwy uzbrojenia zostało pogłębione.

Przejrzano zapasy amunicji kb. 0,3" wyrobu wojennego, z których około 20% okzało się niezdatne do użytku z powodu różnych wad (sezonowe pękanie, wyżarcia i t. p.). Przystąpiono do odświeżania i rekonstrukcji amunicji artyleryjskiej, przyczem stworzono dwa nowe warsztaty naprawcze dla kalibru 75 mm. (z wydajnością 1000—1200 pocisków dziennie) i jeden dla 155 mm. (500 pocisków dziennie). W ciągu zeszłego roku odnowiono w sześciu warsztatach 490.000 granatów i 117.000 szrapneli 75 mm; koszt rekonstrukcji granatu wynosił 2,50 dol. szrapnela — 4 dolary.

Proch zepsuty został użyty na przeróbkę w przemyśle cywilnym (n. p. wyrób lakierów) i w ten sposób uzyskano na wymianę 90.000 kg prochu.

Studja nad karabinami półautomatycznemi ciągnęły się w dalszym ciągu: wykonano 20 sztuk kb 0,276" model T 3 systemu Garanda dla prób w piechocie i kawalerji przez porównanie z poprzednio wykonanemi karabinami Pedersena. Badany był też kb White'a i dał pomyślne wyniki. Ma być również badany kb 0,3" typu Garanda. Czyniono studja i próby z zagadnieniem k. m. chłodzonych powietrzem przy ograniczeniu ich ciężaru. Przerobiono około 100 k. m. czołgowych Browninga 0,3" wz. 19 E 1 celem stosowania ich jako k.m. terenowych w kawalerji i piechocie.

Zakończono w zbrojowni Rock Island wzorcowe łoże T 2 pod armatę 155 mm. i hb. 8" oraz przekazano je do prób na poligon doświadczalny w Aberdeen. Narazie zaopatrzono to łoże tylko w lufę hb. 8" wz. 20, ze względów na ograniczone środki finansowe. Pierwsze próby strzelania i jazdy wypadły pomyślnie; osiągnięto szybkość 70 km/godz. na obręczach gumowych i przy zastosowaniu zawieszenia resorowego na łożu i na przodku.

Zwrócono wiele uwagi na rozwój mechanizacji; w tym celu uzyskano nawet specjalne fundusze. Ulepszono uzbrojenie i opancerzenie wozów zmechanizowanych, powiększono też ich ruchliwość. Stworzono cztery typy samochodów pancernych cztero- i sześcio-kołowych (z napędem na 2 i na 4 koła) typów lekkich i średnich; poddano dalszym ulepszeniom lekkie czołgi $T_1 E_1$ i $T_2 E_2$ zaprojektowane przez Dep. Uzbr.; jeden z typów przeznaczono pod 4,2" moździerz chemiczny.

Średni czołg T 2, jako wynik dużych prac badawczych, waży 15 tonn i jest uzbrojony w armatę półautomatyczną 1,85" oraz k. m. 0,5", ponadto posiada arm. 37 mm. i k.m. 0,3". Po przebyciu 1600 km czołg pozostał w dobrym stanie.

Rozpoczęto badania średniego czołgu Christie T. 3 oraz pertraktacje z wynalazcą w sprawie wyrobu tegoż.

4. *Uzbrojenie morskie w 1931 r.* — z dorocznego raportu adm. E. Larimera, szefa biura uzbrojenia Min. Marynarki.

5. *Komisja w Gâvre . 1890—1930 r.* — historja francuskiego poligonu doświadczalnego artylerji morskiej — mjr. sł. uzbr. D. Armstrong, były zastępca attaché wojskowego amer. we Francji.

Redakcja czasopisma „Memorial de L'Artilerie Française" wydała dzieło opracowane przez gen. art. morskiej Patarda p. t. „Historja komisji doświadczalnej w Gâvre od 1829 do 1930 r." Z okazji tego dzieła autor niniejszego artykułu wspomina o wizycie kilku oficerów amerykańskiej artylerji i służby uzbrojenia w 1919 r w Gâvre. I chociaż ten poligon doświadczalny pod względem sprzętu i wyekwipowania ustępuje poligonowi amerykańskiemu, jednak tradycja prac komisji doświadczalnej i jej zasługi są znane w świecie artylerzystów i uzbrojeniowców, a cały szereg jej znakomitych pracowników odznacza się wybitną sławą wśród grona odnośnych rzeczoznawców. Z ostatnich autorytetów dość jest wymienić n. p. gen. Charbonnier (balistyka i konstruktora), inż. Sugot (autora nowej balistyki), lub inż. Garnier specjalistę w sprawach artylerji przeciwlotniczej.

Następnie, na podstawie wspomnianego dzieła, autor przytacza szkic historyczny i charakterystykę omawianej komisji.

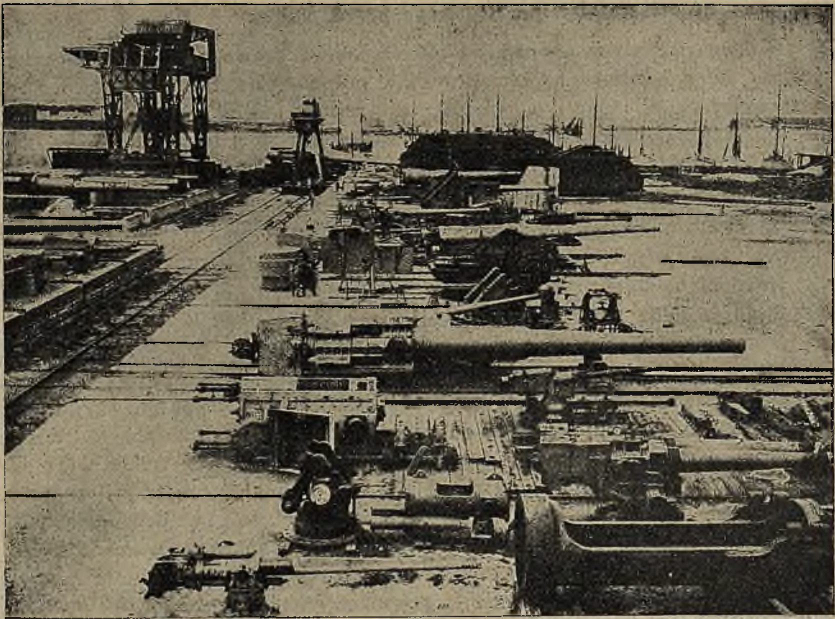
22 czerwca 1829 r. wydano rozkaz stworzenia poligonu doświadczalnego dla marynarki, którego celem miało być określenie „pomiarów donośności, celności ognia, szybkości wylotowych pocisków pełnych i wydrążonych oraz skutków, jakie wywierają te pociski na ściany okrętów wojennych".

Doświadczenia rozpoczęte w 1830 r. dotyczyły luf gładkich; w 1841 r. wydano pierwsze tabele strzelnicze dla marynarki (sekretarzem komisji był ówczas prof. Hélie). Zawierały one zależności donośności od kąta podniesienia szybkości wylotowe i przenikanie pocisków w drewno; opracowane metody balistyczne pozwoliły ująć doświadczenia we wzory empiryczne.

Z pomocą doświadczeń w 1844 r. obalono fałszywe mniemania, że donośność na lądzie jest większa niż na morzu przy wszystkich warunkach jednakowych; zapatrywanie to pokutowało od 200 lat w instytucjach strzelniczych.

Wprowadzenie luf gwintowanych i pocisków walcowych odbiło się na poleceniu wydanem komisji 22.VII, 1845 r., aby przez porównawcze strzelanie zbadać i określić „czy lufy gwintowane mają wyższość w kierunku donośności i celności nad lufami gładkiemi i czy mogą zastąpić tamte w uzbrojeniu okrę-

tów". Badania dowiodły wyraźnie wyższości broni gwintowanej, chociaż zapatrywania komisji w tym względzie napotykały na silną opozycję. Zaprojektowane, przygotowane i wyekwipowane przez komisję pierwsze działa gwintowane wzięły udział w wojnie krymskiej 1855 r.



Rys. 1 przedstawia widok punktu zerowego w 1930 r.

W owym czasie złączono w jedną organizację: sztab techniczny, poligon doświadczalny i komitet artyleryjski.

Artylerja gwintowana była wciąż ulepszana i została wprowadzona na uzbrojenie jako wzór 1870 r. Dużo pracy wymagało opracowanie tabel strzelniczych dla nowych warunków strzelania (większe szybkości wylotowe, donośności, nowe pociski, nowe gatunki prochu); wprowadzono też nowe przyrządy do pomiarów szybkości i ciśnienia oraz nowe metody balistyki wewnętrznej i zewnętrznej.

Wybuch wojny w 1914 r. rozwinął gorączkową pracę komisji: badano nowy sprzęt, dostosowywano stary sprzęt do potrzeb frontu, obliczono ponad 550 tabel strzelniczych, studjowano tory przeciwlotnicze, badano kształty pocisków, pancerze dla czołgów. Pierwsze pociski z czepcem wydłużonym (194 mm wz. 15) były zaprojektowane w Gâvre. Pracy poważnej nigdy tam nie zabrakło, wciąż badano nowe typy sprzętu i amunicji oraz różne ulepszenia tegoż, pomagając w rozwiązaniu wielu problematów konstrukcyjnych i balistycznych.

Komisja artylerji morskiej pod kierunkiem gen. Charbonnier przyszła do wniosku, że Gâvre już nie odpowiada nowoczesnym wymaganiom i że należałoby

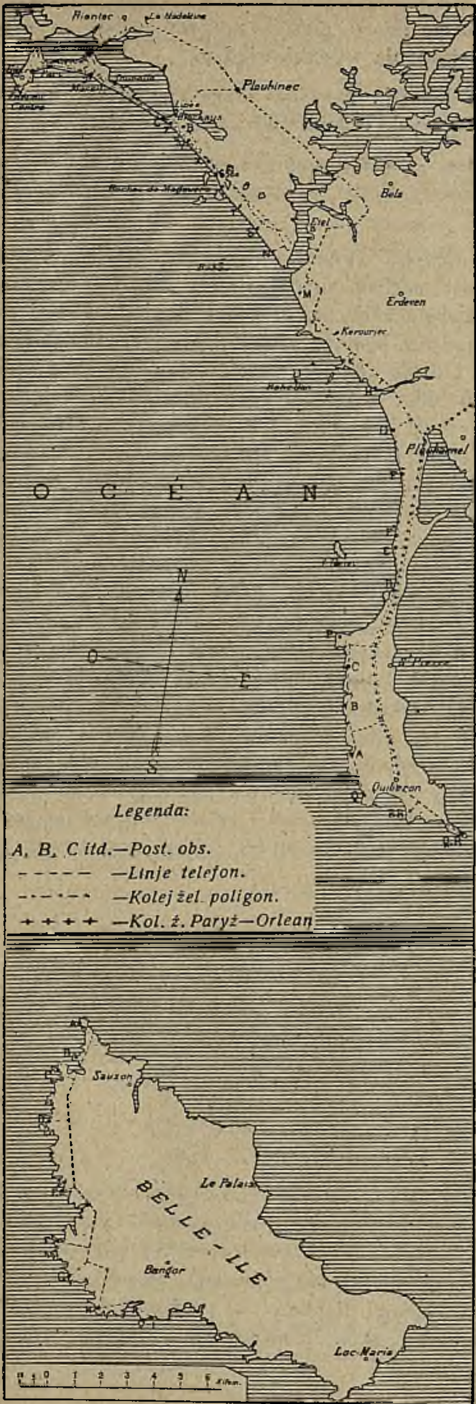
stworzyć nowy poligon doświadczalny gdzieindziej, łączny dla wojsk lądowych i dla marynarki oraz proponowano nawet złączyć razem Departamenty Uzbrojenia dla tych rodzai siły zbrojnej. Z powodu jednak licznych nieprzezwyciężonych trudności plany te upadły. Od 1921 r. zaprowadzono wiele ulepszeń na dawnym poligonie, a działalność komisji silnie wzrosła. W ostatnim roku dokonano cztery razy więcej strzelań niż w latach przed wojną.

Dla nowoczesnych pocisków określono nowe prawo oporu powietrza; używając zaś tabel opartych na tem prawie w połączeniu z tabelami Garnier zmian atmosferycznych w funkcji wysokości, jest rzeczą możliwą wyjaśnienie strzelań balistycznych z pomocą stałego spółczynnika balistycznego. Ponadto można określać ten spółczynnik bardzo ściśle z rozważania jedynie projektu pocisku. A zatem metoda doświadczalna, konieczna przy nieprawidłowych zmianach spółczynnika balistycznego, przy użyciu stałego prawa oporu obecnie okaże się zbyteczną.

Komisja w Gâvre udowodniła w swych próbach przy ostrzeliwaniu okrętu „Turyngja" znaczną wyższość w przebijaniu płyt pancernych pociskami pancernemi grubościennemi z małym ładunkiem wewnętrznym nad pociskami cienkościennemi o większej pojemności. Prace komisji w Gâvre opierają się na tradycji długoletniej, ożywionej duchem jej kierownictwa; a duch ten charakteryzuje gen. Patard jak następuje: polega on przedewszystkiem na zaufaniu do doświadczeń, lecz doświadczeń dobrze przygotowanych, należycie wykonanych, których wyniki zostają przestudjowane gruntownie do najdrobniejszych szczegółów przez samych oficerów. Nowe teorje przyjmowane są za drogowskazy, lecz z wiarą zmieszaną ze sceptycyzmem i uważa się je za prawomocne dopiero po długotrwałych próbach. Duch ten wymaga bardzo dużej naukowej prawości i ustalonej decyzji, aby nie czynić kompromisów ze sobą samym w wyjaśnianiu wyników. Obejmuje on wreszcie zupełną swobodę dyskusji. Przewodniczący kieruje studjami, poleca wykonanie doświadczeń, lecz przy stole konferencyjnym na opinje nie wpływa wysokość rangi; waga opinji jest funkcją jedynie wartości umotywowania. Przewodniczący bywali w mniejszości, lecz z tego powodu nie rezygnowali.

W obecnej chwili komisja w Gâvre jest częścią Dep. Uzbr. Marynarki; przypuszczalna jej organizacja zawiera trzy główne działy: prób odbiorczych, balistyki zewnętrznej i balistyki wewnętrznej. Specjalizacja jest konieczna, lecz przy współpracy różnych sekcyj ze sobą. Personel składa się z następujących kategoryj: 1). Członkowie stali — jest to personel kierowniczy artylerji morskiej, linjowi oficerowie marynarki, inżynierowie morscy, oficerowie artylerji krajowej i kolonjalnej. 2). Członkowie młodsi — są to inżynierowie morscy I-ej klasy, przebywający w komisji mniej niż rok. 3) Oficerowie studjujący — inżynierowie morscy 2-ej klasy. 4) Asystenci (personel rezerwowy) — są to wykwalifikowani oficerowie i podoficerowie, spełniający swą służbę czynną w komisji. 5) Pracownicy cywilni specjalnie uzdolnieni do studjów z balistyki, materjałów wybuchowych, metereologji, przyrządów pomiarowych i t. p. Ponadto przydzieleni są tam oficerowie administracyjni, eksperci cywilni, żołnierze i laboranci do wykonywania doświadczeń i prób.

Kilka danych liczbowych wskazuje na rozwój wyposażenia komisji: w 1914 r. w Gâvre było 69 luf i 32 łoża różnych typów. W 1930 r. było tam



255 luf i 72 łoża; 3 z tych łóż są to t. zw. „uniwersalne": jedno służy dla dużych i bardzo dużych kalibrów, drugie— dla dużych i średnich, trzecie — dla małych kalibrów; łoże największe typu motorowego pozwala na okólne pole ostrzału. Żóraw o nośności 400 tonn ułatwia manipulacje z działami. Do pomiarów szybkości wylotowej służą aparaty Boulangé-Brëger; maszty o wysokości 40—80 m umożliwiają pomiar szybkości do kątów podniesienia 30^0. Punkty obserwacyjne umieszczone są w dogodnych miejscach wzdłuż wybrzeża i na wyspie Belle-Ile (p. mapka), połączone są one telefonem i radjo z poligonem; pozwalają one mierzyć donośności do 50 km.

Praca komisji odbywa się w ten sposób, że sekretarz przygotowuje plan doświadczeń, starszy oficer zostaje wyznaczony do przeprowadzenia pewnego doświadczenia wraz z odpowiednią ilością oficerów. Każdy z uczestniczących przedstawia codzień meldunek o swych obserwacjach oficerowi przełożonemu; meldunek ten zawiera jedynie stwierdzenie faktów i przygotowany jest dla wniosków każdej sesji. Po zakończeniu programu prób sekretarz zestawia ogólny raport, który skierowuje do przewodniczącego, a ten stwierdza, czy niema w nim widocznych błędów ani braków. Poczem raport idzie obiegiem do każdego członka komisji dla uwag; następnie sekretarz omawia uwagi z każdym członkiem oddzielnie i uzgadnia raport. Wreszcie na

ogólnem zebraniu komisji odczytuje się raport głośno, poczem zostaje on przyjęty w ostatecznej formie dla przedstawienia wyższej władzy.

Swoją stuletnią działalnością komisja gawrska zdobyła poczesne miejsce wśród technicznych instytucyj wojskowych organizacyj całego świata.

6. *Szkło optyczne w Ameryce* — ważna cegiełka w budowie obrony narodowej, — H. Kurtz z biura naukowego firmy optycznej Bausch i Lomb w Rochester (N. Y.).

Każdy optyczny instrument zawiera system optyczny odpowiednio rozłożony i umocowany zpomocą części mechanicznych. Jeżeli jednak części optyczne nie odpowiadają należycie swemu zadaniu, to żadna dokładność ani pomysłowość części mechanicznych temu nie pomoże. Jeżeli materjał szkła optycznego jest gorszego gatunku, to na nic nie zda się wynalazczość optyka projektującego soczewki, ani biegłość robotnika wyrabiającego szkło. Dobroć instrumentu optycznego zależy zasadniczo od jakości szkła optycznego. Przyrządy do kontroli ognia powinny dawać obraz nadzwyczaj wyrazisty i jasny; wymaga to użycia najlepszych gatunków szkła. Przyrządy w użyciu podlegają wstrząsom od wystrzałów i niepomyślnym warunkom operacyj wojennych; narażone są one na działanie różnych temperatur i zmian pogody, panujących w różnych klimatach. Zatem szkło optyczne musi być odporne na mechaniczne ścieranie oraz musi opierać się wpływom dymu, mgły, kurzu, morskiego powietrza i wilgoci. Szkło posiada dwie własności, które czyni je użytecznem tworzywem dla instrumentów optycznych; jedną jest oczywiście przezroczystość, a drugą zdolność przełamywania promieni świetlnych. Spółczynnik, który służy do pomiaru stopnia tego przełamania, zwie się wskaźnikiem refrakcji n. Własność przełamywania szkła odnosi się zwykle do linji Fraunhofera D - sodu w widmie świetlnem, oznacza się nD i zwie się średnim wskaźnikiem refrakcji, różnym dla różnych gatunków szkła. Zmiana tego wskaźnika dla różnych długości fal świetlnych zwie się dyspersją (rozproszeniem); wielkość tej zmiany jest ważną cechą szkła dla inżyniera optyka. Pomiar jej uskutecznił E. Abbe, oznaczywszy ją symbolem

$$\nu = \frac{nD - 1}{nF - nC}$$

Wzrost spółczynnika przełamania oznacza zwiększenie przełamliwości, wzrost zaś spółczynnika rozproszenia oznacza zmniejszenie własności dyspersyjnej szkła. Szkła optyczne używano do wyrobu przyrządów kontroli ognia mają te stałe spółczynniki w następujących granicach:

zwykły „crown" — nD = 1,511; dyspersja = 60,6,
bardzo ścisły „flint" — nD = 1,648; dyspersja = 33,8.

Od inżyniera projektującego zależy należyty wybór gatunku szkła w powyższych granicach. Szkło optyczne wyrabia się przez stopienie pewnej mieszaniny składników zwanej szarżą w specjalnych odpornych tyglach umieszczonych w specjalnych piecach. W skład mieszaniny wchodzą: piasek, sód, potas, węglan wapnia, tlenek glinu wraz z innemi tlenkami w proporcjach, zależnych od wymaganej własności danego gatunku szkła. Kontrolowanie ciągłe i dokładne

przemieszanie wytwarza szkło jednolite, klarowne, wolne od baniek powietrza, o stałym spółczynniku refrakcji.

Naczynie z ogniotrwałej gliny zawiera 270—675 kg, masy szklanej, która musi stygnąć powoli w ciągu kilku dni, poczem rozbija się ją na odłamki i bada na wygląd; zwykle okazuje się 20—30% szkła dobrego, resztę odrzuca się. Dobre szkło optyczne pochłania 0,3—0,6% światła na centymetr; powinno być ono przezroczyste i bezkolorowe. Dodatki tlenków metalicznych zmieniają własności refrakcji i dyspersji, n. p. dodanie ołowiu powiększa jedną i drugą własność i zabarwia szkło w lekko żółty kolor — są to szkła „flint", natomiast szkła bez ołowiu są gatunku „crown". Szkła kolorowe otrzymuje się przez dodanie drobnych ilości innych tlenków metali, n. p. złoto używa się dla barwy rubinowej, kobalt dla niebieskiej, a dydym dla purpurowej. Drobne ślady żelaza, miedzi, kobaltu, niklu, chromu, wanadu lub manganu niszczą przezroczystość szkła; uniknięcie ich wymaga więc ścisłej nieustannej kontroli i analizy surowców. Naczynia i mieszadła muszą być wykonane starannie i należycie odporne. Niektóre zatem surowce muszą być wyrabiane jako chemicznie czyste przez specjalne wytwórnie, lub przez same huty szklane.

Przed wojną światową zakupowano szkło optyczne w Europie, zwłaszcza w Niemczech; aby jednak uniezależnić się od rynków zagranicznych, firma Bausch i Lomb dążyć poczęła w 1912 roku do wyrobu własnego szkła, narazie jednak z miernym skutkiem. Wojna zmusiła do rozwiązania tego zagadnienia, zajęły się więc niem różne instytucje (Biuro Wzorców, Laboratorjum Geofizyczne) i firmy (Zakłady szkła taflowego w Pittsburgu, Tow. wyrobu soczewek Spencera, tow. optyczne Keuffel i Esser oraz firma Bausch i Lomb jako największa z nich wszystkich). Pierwsze próby były nieudatne, a tymczasem wojsko nalegało, żądając różnych przyrządów optycznych; pierwsze użyte szkła były niższego gatunku (lornetki, dalmierze, lunety bateryjne). Dopiero po wojnie, gdy mniejsze wytwórnie zamknięto, a pozostało dla badań Biuro Wzorców i firma Bausch i Lomb, udało się tej ostatniej ulepszyć swą produkcję na tyle, że dziś jej szkła przewyższają nawet niektóre europejskie wyroby.

Przyrządy optyczne są bardzo ważnym sprzętem w prowadzeniu wojny i należy przygotować się odpowiednio do ich zwiększonego wyrobu w razie potrzeby (wyrób n. p. tygla ogniotrwałego wymaga czasu najmniej 6 miesięcy), gromadząc używane typy szkieł, przygotowując specjalistów i rozszerzając ich doświadczenie.

Artykuł ilustruje kilka fotografij z przebiegu wyrobu szkła optycznego.

7. *Oczyszczanie celulozy* — inż J. Monaghan płk rez. sł. uzbr.

8. *Strzelanie konkursowe z broni małokalibrowej,* zawody 1931 roku w Bisley — mjr. sł. uzbr. J. Hatcher.

9. *Możliwości „czołgów powietrznych"*, cz. V, najeźdźcy z nieba — inż. F. Wagner, płk. rez. sł. uzbr. Obszerne studjum o historji użycia taktycznego płatowców (obszerna recenzja będzie podana w przyszłości).

10. *Rejestrujący teodolit* — sposób oceny ognia przeciwlotniczego.

11. *W uwagach fachowych* znajdują się notatki o *odlewie odśrodkowem luf* i o *historji zastosowania molibdenu.*

ARMY ORDNANCE — marzec, kwiecień 1932 r.

1. *O przygotowaniu przemysłowem* — F. Payne, wice-minister wojny.

Odczyt na zjeździe Stow. Uzbr. w New Yorku. Ogólnikowe wiadomości o postępie uczynionym w tej dziedzinie w Stanach Zjednoczonych.

2. *Nieznani żołnierze* (oficerowie i szeregowcy ameryk. składnic uzbrojenia we Francji) — G. Brady ppłk. rez. uzbr.

Autor napomyka na wstępie, że w głuchej wiosce francuskiej Mehun - sur - Yevre wartoby postawić cichemu pracownikowi pomnik, któryby symbolizował wysiłek armji 10,000 amerykańskich żołnierzy - robotników, pracujących na tyłach na pożytek wojska. Wiele mówi się o mechanizacji wojny, lecz zapomina się o tych pracownikach, trudzących się usilnie w pocie czoła, aby nastarczyć wojsku narzędzi walki, t. j. o tych, którzy naprawiając oporniki, zamieniają zużyte lufy, sortują niebezpieczne materjały wybuchowe oraz następują na pięty piechocie i artylerji, zbierając i ratując z pola walki podniszczone „maszyny wojenne". Obok żołnierza atakującego brawurowo bagnetem w wieku maszyn zjawia się inny jeszcze typ bohatera: jest to brudny, osmolony mechanik, zgięty w otwartem polu nad rozmontowanym silnikiem traktora, który przy słabem i migającem świetle latarki naprawia jakiś złamany pręt, aby umożliwić przed świtem dowóz większej ilości dział na stanowisko.

Sercem tej pierwszej wojny mechanicznej było właśnie Mehun, gdzie pracownicy umożliwiali innym zdobycie sławy, lecz udziału w niej nie brali. Przed zawieszeniem broni, gdy miljony ludzi oczekiwały z godziny na godzinę wiadomości o przełamaniu linij niemieckich przez wojska amerykańskie, — na froncie Mars - la Tours zgromadzono 62 baterje, a grupa 28 mechaników z dwoma oficerami, z 24 ciągnikami i trzema warsztatami ruchomemi na samochodach, miała pracę nielada utrzymywania dział w należytym stanie, wycofywania zniszczonych, dowozu amunicji i dostarczania smarów i olejów; dużo ciężkiej pracy wymagały ciągłe naprawy traktorów, będących w ruchu dnie i noce, i często dokonywane pod ogniem nieprzyjaciela.

Autor przytacza trudności, jakie powstały wobec braku personelu służby uzbrojenia (w 1917 r. z początkiem wojny Stanów Zjednoczonych skład Dep. Uzbr. stanowiło tylko 97 oficerów i niewielu podoficerów zawodowych) oraz akcentuje ważność działalności tej służby dla pomyślnego przebiegu walki (należyty stan i jakość sprzętu uzbrojenia). Zaangażowano wówczas specjalistów, z pomocą anonsów, z okręgów przemysłowych (wybrano 10% zgłoszonych) i 9000 wybranych osób wzięło udział w operacjach wojennych, pracując w cięższych warunkach i będąc znacznie gorzej płatni niż ich koledzy fachowcy w kraju.

Mehun - sur - Yevre było centralnym punktem amerykańskiej służby uzbrojenia w polu; tam były umieszczone główne warsztaty naprawcze, główne składnice uzbrojenia oraz mieścił się wielki pośredni skład amunicji. Od 4000 — 6000 ludzi pracowało w głównych warsztatach w Beauvoir, a o kilkaset więcej na podwórcach składów amunicji artyleryjskiej w Foecy. Potem przybyły warsztaty czołowe w Is - sur - Tille ż 20 naprawczemi drobnemi warsztatami przy parkach artyleryjskich i centrach lotniczych. Do każdej dywizji przydzielony był ruchomy warsztat naprawczy uzbrojenia, a do korpusów — ciężkie warsztaty ruchome z kompletnem wyposażeniem maszynowem na samochodach ciężarowych i na przyczepkach; każdy warsztat miał skład osobowy złożony z kapitana i kompanji rzemieślników.

Wszystkie kompanje uzbrojenia, lądujące we Francji, przybywały najpierw do Mehun, gdzie zajęto się uruchomieniem warsztatów w budynkach stalowych, w których pracowano na obrabiarkach lub sortowano amunicję w Foecy. Jednostki bojowe, potrzebujące specjalistów, kierowały telegramy do Mehun, a stamtąd natychmiast wykonywano tę „dostawę".

Autor skarży się na niezrozumienie pracy służby uzbrojenia przez wojska linjowe i traktowanie tych pracowników niby wojsk drugiego rzędu, a jednak wszystkie oddziały wciąż potrzebowały pomocy tej służby. (N. p. znaki S. O. S. na naramiennikach oznaczające „Service of Supply", t. j. służbę zaopatrzenia, tłumaczono sarkastycznie jako „Still out of Service" czyli „wciąż poza służbą").

Miejsce na warsztaty centralne obrane było przez Francuzów niekorzystnie, bo grunt był błotnisty i grząski. Jednak w szybkiem tempie powstały tam nowocześnie urządzone zakłady naprawcze z takiemi agendami, jak własna drukarnia (do wszelkich druków fabrycznych i do wydawania własnego tygodnika), biuro techniczne, szkoła rzemiosł, teatr. Dzięki wpływowi oficerów i ich autorytetowi moralnemu, pomimo tak licznego skupienia ludzi, nie zanotowano tam właściwie przestępstw poza drobnemi przewinieniami.

Autor przytacza przykłady ciężkiej, a często ofiarnej i niezmordowanej pracy puszkarzy na froncie oraz nadmienia o odpowiedzialnej pracy sortowania amunicji i dostawy jej na front.

Specjalny dział poświęcony był utrzymaniu w należytym stanie uzbrojenia lotniczego, i w tym celu założono kursy instruktorskie w St. Jean de Monts.

Ppłk. Brady kończy artykuł uwagą, że przyszła wojna będzie wymagała o wiele większego zastosowania mechanizacji, a zatem i więcej wyszkolonych odpowiednio mechaników, bo każdy składnik mechanicznej, elektrotechnicznej czy chemicznej wiedzy, tworzonej przez narody, będzie użyty na wykorzystanie nieznanych dotychczas instrumentów wojny.



Składy i warsztaty amerykańskiej bazy uzbrojenia w Mehun sur-Yevre w 1917—19.

3. *Służba zaopatrzenia,* jej działalność między obszarem kraju, a obszarami walki. H. Aurand mjr. sł. uzbr.

W artykule omawiane jest zagadnienie dostawy przedmiotów zaopatrzenia bojowego na front i wskazane są trudności, jakie wynikały w czasie wojny światowej z powodu szybkiego wzrostu ilościowego amerykańskiego korpusu posiłkowego z ½ miljona do dwóch w ciągu kilku miesięcy oraz z powodu zmiennych warunków operacyjnych (odległości, klimat, teren, zaopatrzenie przeciwnika, rodzaj walki, organizacja sił walczących), co bardzo utrudniało przewidywane obliczenia zapotrzebowań.

Zadaniem służby uzbrojenia (Ordnance Service) na teatrze działań wojennych jest wydajna pomoc operacjom taktycznym sił polowych przez dostawę,

podział, utrzymanie i naprawę sprzętu i zapasów, dostarczanych przez Departament Uzbrojenia.

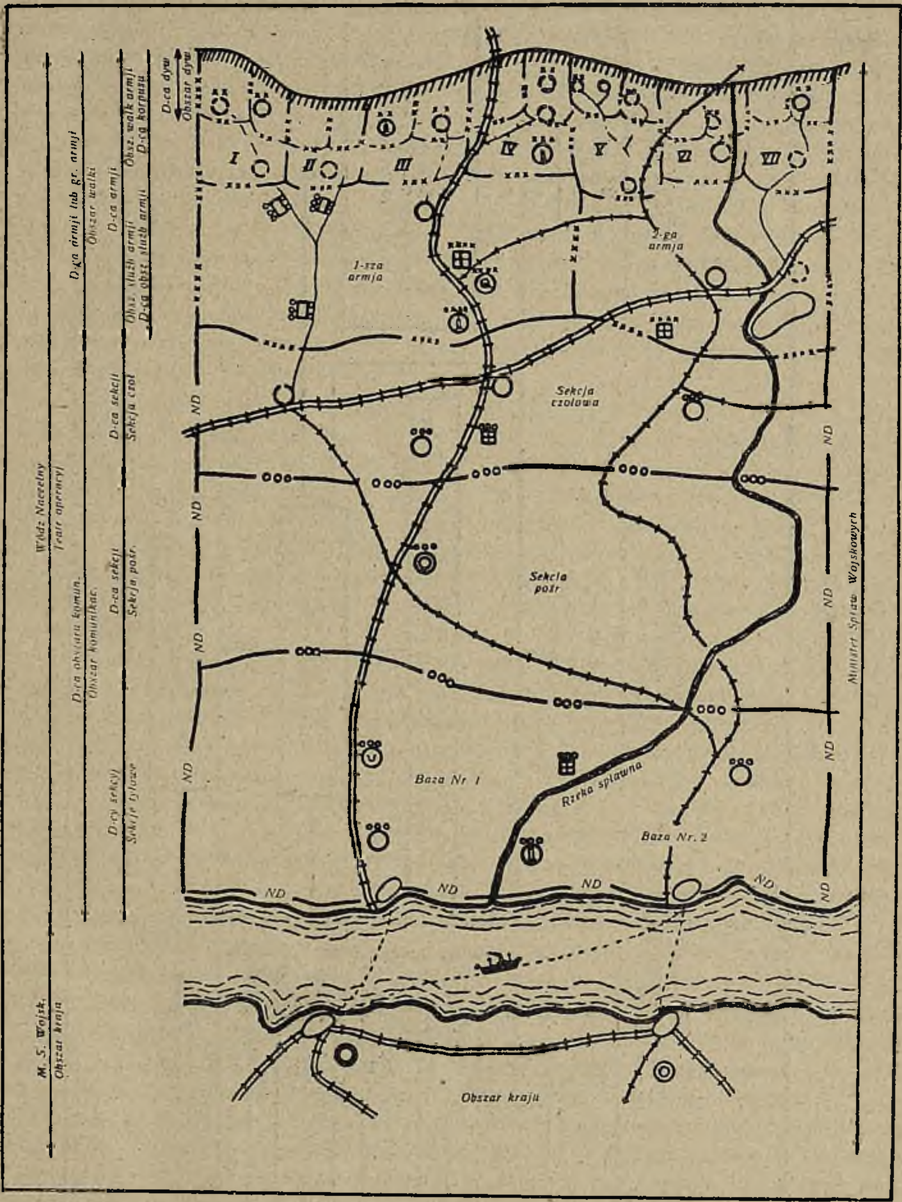
Rys. 1 przedstawia schemat organizacji zaopatrzenia w obszarze operacyjnym. Znaczenia wyrażeń używanych przez autora są następujące: „teatr wojny" zawiera przestrzenie lądu i morza, które są albo mogą być wciągnięte bezpośrednio w operacje wojenne. Część teatru wojny, która podlega władzy wojującej, dzieli się zwykle na „obszar kraju" (czyli wewnętrzny) i „teatry operacyj", na których prowadzone są działania wojenne i gdzie mieszczą się wszelkie pomocnicze urządzenia, związane z siłami czynnemi na teatrze operacyjnym. Teatr operacyj dzieli się ze swej strony na „obszar komunikacyjny" i na „obszar walki". Pierwszy zawiera zasadnicze urządzenia, dotyczące zaopatrzenia i ewakuacji, linje komunikacyjne i wszelkie agendy, potrzebne do zapewnienia nieprzerwanej działalności sił zbrojnych w strefie walki. Czasem strefa ta staje się tak głęboka, że wymaga dalszego poddziału. Na rys. 1 obszar komunikacyjny podzielony jest na sekcje: czołową, pośrednią i tyłową, a ta ostatnia na bazę Nr. 1 i bazę Nr. 2. Obszar walki obejmuje czołową część teatru operacyj i dzieli się na „rejony armij". Przednia część rejonu każdej armji dzieli się na „rejony korpusowe", pozostała część rejonu armji tworzy „rejon służb armji", gdzie mieści się ogół służb i odnośnych urządzeń danej armji.

Do powyższej organizacji dostosowana jest organizacja i działalność służby zaopatrzenia w polu. Oficerowie służby uzbrojenia przydzieleni są do sztabów dowódców od dywizji w górę. O ich działalności jest mowa poniżej.

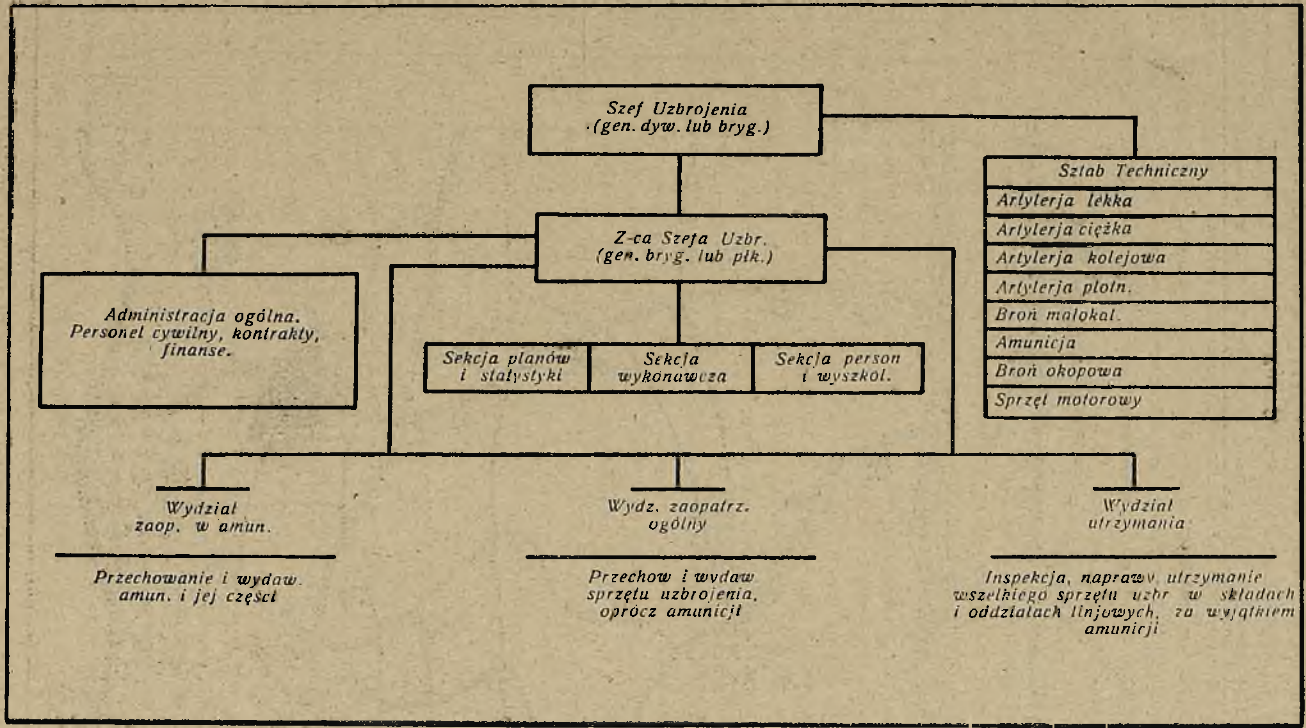
W sztabie Naczelnego Wodza znajduje się *Szef Uzbrojenia* (Chief Ordnance Officer), którego obowiązki są następujące: przygotowanie ogólnego projektu organizacji służby uzbrojenia i rozwój jego na tle projektu ogólnej organizacji; nadzór nad sprawnością techniczną działalności służby uzbrojenia jako całości; ustalenie i stosowanie jednolitych metod administracji i czynności dla wszystkich jednostek służby uzbrojenia; współpraca z oficerami uzbr. w pododdziałach celem zapewnienia najwyższej ich sprawności; rozwój nowych, ulepszonych lub specjalnych sposobów zaopatrzenia i wyekwipowania, czyniących zadość wymaganiom oddziałów linjowych. Środkami wykonawczemi Szefa Uzbrojenia są: biuro jego wraz z całym personelem sł. uzbr. i urządzeniami pomocniczemi na terenie teatru operacyj; te ostatnie podlegają oficerowi obszaru komunikacyjnego i oficerom uzbr. armij.

Rys. 2 przedstawia schemat organizacji Biura Szefa Uzbr. na teatrze operacyj wojennych. Rozbudowa organizacyjna i metody dozoru zależą od rozmiaru sił i zaopatrzenia na teatrze operacyj; od charakteru operacyj, od odległości, od obszaru krajowego; od pojemności, możliwości i charakteru środków transportowych oraz od ich stosunku do przypuszczalnych operacyj, wreszcie od wykorzystania źródeł miejscowych.

Następną instancją sł. zaopatrzenia jest *oficer uzbrojenia w obszarze komunikacyjnym,* który wypełnia szczegółowe polecenia szefa uzbrojenia i zarządza wszelkiemi składnicami i zakładami uzbrojenia na tym terenie, mając dokładną ich ewidencję i znając stan przedmiotów przechowywanych; on też troszczy się o odpowiednie wypełnianie tych składnic, oraz w razie potrzeby o ich rozbudowę, a także o ich obsługiwanie. Działa on w porozumieniu z dowódcą obszaru komunikacyjnego. Jego środkami wykonawczemi są: biuro, zorganizowane podobnie jak biuro szefa uzbrojenia z pominięciem sztabu technicznego oraz


D-ca dyw.
Obszar dyw.
Obsz. walk armji
D-ca korpusu
Obsz. służb armji
D-ca obsz. służb armji
D-ca armji
Obszar walki
D-ca armji lub gr. armji
Wódz Naczelny
Teatr operacyj
D-ca obszaru komun.
Obszar komunikac.
D-ca sekcji
Sekcja czoł.
Sekcja pośr.
D-cy sekcyj
Sekcje tylowe
M. S. Wojsk.
Obszar kraju
I
II
III
IV
V
VI
VII
1-sza armja
2-ga armja
Sekcja czołowa
Sekcja pośr
Baza Nr 1
Baza Nr. 2
Rzeka spławna
ND
Obszar kraju
Ministerst. Spraw Wojskowych

Rys. 1.


Szef Uzbrojenia (gen. dyw. lub bryg.)
Sztab Techniczny
Artylerja lekka
Artylerja ciężka
Artylerja kolejowa
Artylerja plotn.
Broń małokal.
Amunicja
Broń okopowa
Sprzęt motorowy
Z-ca Szefa Uzbr. (gen. bryg. lub płk.)
Administracja ogólna. Personel cywilny, kontrakty, finanse.
Sekcja planów i statystyki
Sekcja wykonawcza
Sekcja person i wyszkol.
Wydział zaop. w amun.
Przechowanie i wydaw. amun. i jej części
Wydz. zaopatrz. ogólny
Przechow i wydaw sprzętu uzbrojenia, oprócz amunicji
Wydział utrzymania
Inspekcja, naprawy, utrzymanie wszelkiego sprzętu uzbr w składach i oddziałach linjowych, za wyjątkiem amunicji

Rys. 2.

kompanje uzbrojenia i urządzenia na terenie tego obszaru. Personel jego biura jest jednak znacznie liczniejszy od tamtego.

Głównemi czynnościami sł. zaop. w obszarze komunikacyjnym są: odbiór przedmiotów zaopatrzenia z obszaru krajowego i dostawa ich do obszaru walki. Przedmioty zaopatrzenia bojowego przybywają z różnych źródeł i zwykle są one dostarczane masowo. Po przybyciu do obszaru komunikacyjnego muszą być one rozpakowane, złożone na skład i zgóry przygotowane do wysyłki na front, aby uniknąć zwłoki. Przedmioty te zostają posegregowane w ilościach, odpowiadających „zapotrzebowaniu dziennemu" dla każdego poszczególnego teatru operacyj, na zlecenie szefa uzbrojenia. Ilość „dni zaopatrzenia", mająca być przechowywana w składach w gotowości wysyłki na front, określana jest również przez szefa uzbrojenia na podstawie planów operacyjnych. Składnice, mające przedmioty przygotowane do wysyłki w potrzebnych ilościach, zwą się składnicami, „o zrównoważonych zapasach" (balanced stocks). Istnieją tedy dwa rodzaje składnic: otrzymujące masowo przedmioty z obszaru krajowego oraz przechowujące zrównoważone zapasy do wysyłki na front.

System zaopatrzenia w obszarze komunikacyjnym musi być giętki; w tym celu tworzy się jeszcze składnice pośrednie, umieszczone na specjalnej linji komunikacyjnej, prowadzącej ze składów tyłowych, i one mogą zaopatrywać składnice czołowe lub zasilać wprost obszar walki. A zatem w sekcji tyłowej znajdują się składnice bazowe czyli podstawowe (zapasy masowe), w sekcji pośredniej — składnice pośrednie (zapasy zrównoważone) i w sekcji czołowej — takież składnice również z zapasami zrównoważonemi. W razie przeładowania składnic tyłowych, przedmioty uzbrojenia wyładowuje się wprost w składnicach pośrednich.

Sprzęt uzbrojenia znajduje się zwykle w sekcjach uzbrojenia głównych składnic zaopatrzenia, amunicja zaś posiada własne, osobne składnice, jest ona grupowana częściami składowemi w składnicach tyłowych oraz w postaci kompletnych strzałów — w składnicach pośrednich i czołowych. Nad składnicami i ich funkcjonowaniem mają pieczę zarządcy składnic pod kontrolą sprzętu przez oficera uzbrojenia obszaru komunikacyjnego. W razie podziału obszaru komunikacyjnego na sekcje, w sztabie dowódcy sekcji znajduje się tylko wyjątkowo oficer sł. uzbr., gdy tego wymaga sł. zaop.; zarządcy zaś składnic sekcyjnych podlegają dowódcy obszaru komunikacyjnego, a przedstawiciele różnych służb — swoim szefom przy kwaterze dowódcy obszaru komunikacyjnego. Przy głównych składnicach znajdują się warsztaty naprawcze (ilości i typy ich zależą od sytuacji).

Ruch transportowy na teatrze operacyj podlega M. S. Wojsk.; regulację ruchu wojsk i przedmiotów zaopatrzenia dokonywa się zgodnie z propozycjami Naczelnego Wodza, (w uzgodnieniu z potrzebami armij). Bezpośrednim kierownikiem ruchu na stacjach regulujących (węzłowych) jest *oficer regulujący* wraz ze sztabem, złożonym z przedstawicieli różnych służb, którzy mają nadzór nad regulacją dostawy przedmiotów swego zaopatrzenia. Oficer uzbrojenia na stacji regulującej jest tedy pośrednikiem między organami zaopatrzenia w obszarze komunikacyjnym a potrzebami obszaru walki. Podlega on wprost szefowi uzbrojenia, a od jego sprawności i zdolności współpracy zależy skuteczne wykonywanie obowiązków przez oficerów uzbrojenia armij; — jest to więc jedno z najodpowiedniejszych i najtrudniejszych stanowisk w służbie uzbrojenia.

Działalność służby zaopatrzenia w obszarze walki będzie podana później.

4. *Zagadnienie pola widzenia z czołga* — R. Icks, por. rez.

5. *Taktyka i sprzęt* — gen. w franc. M. Challéat (cz. I p. rec. Przegl. Artyl. V/VI-32 r. str. 592) — część II i III — *Metody walki i organizacja obrony.*

Na wstępie autor wyjaśnia znaczenie użytej terminologji:

Broń towarzysząca piechocie — są to działka i lekkie moździerze piechoty, włączone jako broń do pułków piechoty podobnie jak karabiny, granaty ręczne i broń maszynowa.

Artylerja ściśle bezpośredniego wsparcia (w/g regulaminu francuskiego „bezpośrednio towarzysząca") — niewielka jednostka artylerji, wyznaczona czasowo dla określonego ściśle zadania pod rozkazy jednostki piechoty, niemającej swej organicznej artylerji; dostarcza ją artylerja dywizyjna na rozkaz dowódcy dywizji.

Artylerja wsparcia bezpośredniego — część artylerji dywizyjnej, przydzielona pod rozkazy jednostki piechoty mniejszej od dywizji jedynie dla wykonania ognia i czasowo dla wyznaczonego zgóry zadania.

W ten sposób dowódca pułku piechoty, której n. p. przydzielono dyon wsparcia bezpośredniego i baterję wsparcia ściśle bezpośredniego, może zażądać ognia od tego dyonu, lecz niema prawa go przesuwać, natomiast może dowolnie rozporządzać ogniem i ruchem przydzielonej mu powyższej baterji.

Pozostała część artylerji dywizyjnej tworzy *artylerję działania ogólnego.*

Aby określić specjalne cechy sprzętu ściśle bezpośredniego wsparcia należy przedyskutować potrzeby tego wsparcia w wypadkach, jakie może spotkać na swej drodze postępująca piechota. Otóż piechota może być zatrzymana ogniem ze stanowisk mniej lub więcej widocznych, zakrytych lub osłoniętych,, bądź też opancerzonych i nieruchomych jak gniazda k. m., bądź ruchomych — jak czołgi. Są to cele, które natarcie musi zniszczyć lub obezwładnić w najkrótszym czasie, aby nie zwolnić swego pędu. Należy tu rozróżniać cele o małych wymiarach na dobrze określonych stanowiskach, z zakryciem lub bez niego, stałe lub ruchome oraz — cele trudno dostrzegalne zajmujące mniej lub więcej rozciągłe przestrzenie. Pierwsze z nich są zwykle dostrzegalne z bardzo bliskiej odległości, są to bowiem przeważnie pojedyńcze k. m., objawiające się w ostatniej chwili; cele te są trudne do odkrycia, gdy jednak zostają odkryte, — mała ilość dobrze dostosowanych strzałów może je pokonać. A zatem piechota ze swojemi moździerzami i działkami małokalibrowemi może wykonać w krótkim czasie taki ogień, dla którego posiada dostateczną ilość amunicji; działanie artylerji byłoby utrudnione (zbyt drobny cel do wskazania i spostrzeżenia, zaciężki sprzęt do manewrowania w obrębie rejonu bataljonu, trudności łączności z piechotą).

Przeciw celom trudno widocznym trzeba stosować ogień do pola, co zmusza do nadmiernego zużycia amunicji, która musi być niezwłocznie dostarczona na żądanie piechoty; tu więc należy zwrócić się o pomoc do artylerji, obficie zaopatrzonej w amunicję i łatwo zaopatrywanej. Im większa jest przestrzeń ostrzeliwana, tem więcej potrzeba dział, aby wypuścić wymagane ilości amunicji w możliwie krótkim przeciągu czasu. Im zaś bliżej artylerja przysuwa się do frontu, tem mniej liczna się staje (trudności posuwania się i zakrycia) i tem trudniejsze jest jej zaopatrzenie. Należy tedy użyć artylerji, umieszczonej więcej ku tyłowi. Jeżeli łączność dobrze działa, cofnięcie się 1—2 km dalej od

obserwatora ma małe znaczenie; dostosowanie ognia może być dokonane dobrze i szybko. Jednak i najlepszy system łączności może zawieść z powodu nieuknionych niedomagań lub od ognia nieprzyjaciela, co może wywołać zwłokę i osłabić skutki natarcia. Położenie uległoby znacznej poprawie, gdyby w razie niedogodnej sytuacji (gdy n. p. możliwa jest łączność jedynie przez gońców) sprzęt był w rozporządzeniu tak blisko, że wymagałoby najwyżej 10 minut czasu przebycie drogi od obserwatora do sprzętu; taki wypadek zachodziłby, gdyby potrzebne działa umieszczone były w pobliżu dowództwa pułku. Z tego punktu widzenia przydatne byłyby działa o torze płaskim, lekkim pocisku (około 4 kg.) z donośnością do 4 km., bardzo lekkie i zajmujące mało miejsca — byłyby to działa ściśle bezpośredniego wsparcia, dogodne w każdym prawie terenie. Pomimo to nie byłoby pożądane dążyć do pokrycia strzałami ponad 2 hektarów, ze względu na trudności w dostawie amunicji na stanowiska, gdzie byłyby one użyte. Dla pokrycia większych przestrzeni, trzebaby zwrócić się do masy artylerji dywizyjnej, z którą łączność w czasie walki może stać się wątpliwa. Z tej racji ogień do pola przygotowany zgóry (na podstawie ustalonego planu) ma większe zalety, bo prosty sygnał ze strony piechoty daje impuls do jego rozpoczęcia. Ogień, wymagany poza planem ustalonym, może być wykonany szybko, o ile dobrze działa łączność; gdy ona zawodzi, powstać może bardzo duże opóźnienie wykonania ognia w stosunku do żądania. Aby zatem uniknąć tego poważnego błędu, autor właśnie proponuje powyższy *specjalny sprzęt dla wsparcia ściśle bezpośredniego.*

Zużycie amunicji artyleryjskiej, obliczone w części I-ej dla ostrzelania terenu poziomego, znacznie wzrasta w razie ostrzeliwania przeciwstoków; ilość tę należy podwoić, potroić lub nawet powiększyć czterokrotnie, zależnie od spółczynnika skłonu terenu. Użycie ładunków zmniejszonych umożliwia zmniejszenie tego spółczynnika. W każdym jednak razie zniszczenie broni samoczynnej ukrytej w rowach i lejach wymaga dużo czasu i amunicji, pomimo dobrej łączności między piechotą a artylerją; a doświadczenia wojny wykazały, że to zniszczenie nigdy nie było zupełnem.

Trudności te spowodowały wprowadzenie artylerji szturmowej nazwanej czołgami.

Ofensywna siła ognia obecnego uzbrojenia piechoty i artylerji niewystarcza tedy wobec broni samoczynnej obrony oraz wobec łatwych do ukrycia pojedyńczych dział przeciwczołgowych, — należy więc usunąć te braki. Do zniszczenia broni samoczynnej służą korzystnie czołgi, do niszczenia broni przeciwczołgowej — *opancerzona artylerja natychmiastowego wsparcia czołgów* (zdolność trafiania bez wstrzeliwania na odległość 1000—1500 m.), złączona organicznie z czołgami w jednostki zwane „pułkami opancerzonemi" (armored regiments).

Autor omawia pokrótce sposób działania tej artylerji przy ruchu za czołgami skokami od zakrycia do zakrycia. Zadaniem czołgów byłoby usuwanie broni samoczynnej w przestrzeniach między temi pozycjami przy pomocy towarzyszącej im w określonej odległości piechoty. Poczem następuje piechota i artylerja dywizyjna, zajmują teren zdobyty przez pułki opancerzone i bronią go. Autor wymienia zadania artylerji dywizyjnej podczas ataku czołgów, jak n. p. oślepianie stanowisk obserwacyjnych n-pla zapomocą pocisków dymnych.

Do przełamania frontu nadają się „pułki opancerzone" więcej niż zwykłe przygotowanie artyleryjskie, ze względu na moment zaskoczenia. Na poparcie

swoich rozważań autor przytacza obliczenie, dotyczące wykonania wyłomów w trzech linjach zasieków drucianych o głębokości po 15 m: 3 linje × 4 wyłomy × 4 bataljony × 1000 pocisków — daje 48.000 pocisków; licząc 400 strzałów na baterję lekką na godzinę (według norm z 1918 roku), trzebaby użyć wszystkich 36 dział artylerji dywizyjnej. A zatem potrzeba około 13 godzin dla wyrąbania takich wyłomów, a dowóz potrzebnej amunicji wymaga 4—5 dni. Jakie takie zaskoczenie wymagałoby więc conajmniej potrójnej ilości artylerji (4 godziny przygotowania artyleryjskiego), powiększenie zaś czterokrotne tempa ognia grozi zniszczeniem luf i oporników oraz nadmiernie zmęczyłoby obsługę (nie mówiąc już o kosztach tej operacji) przy dość jednak wątpliwym skutku.

Co do kosztów zużytej amunicji, to można je porównać z kosztami obrony w sposób następujący. Jeżeli cena jednago m^2 zasieków drucianych wynosi 1/10 ceny N pocisku art. lekkiej, to wyłamanie drogi szerokości 25 m. i głębokości 15 m. kosztować będzie 1000 N, a pokrycie tej powierzchni zasiekami kosztowało 375 × N/10, czyli 26 razy mniej. Przy użyciu pułków opancerzonych uniknie się tych kosztów, pomijając uniknięcie większych strat w materjale ludzkim.

Przełamanie pierwszej linji może więc nastąpić przy pomocy licznych opancerzonych pułków i przy bardzo rozwiniętej motoryzacji dla szybkiego transportu innych jednostek. Taka udana operacja może nawet dać bardzo korzystne wyniki, lecz nie będzie jeszcze decydująca, o ile przeciwnik potrafi należycie przygotować następną pozycję i energicznie jej bronić. A przygotowanie pozycji obronnej można wykonać bardzo szybko w razie użycia środków mechanicznych. Np. amerykańskie maszyny-kopacze mogą wykopać w zwykłym gruncie w ciągu godziny rów głębokości 1 m, i długości 30 m, przy obsłudze jednego człowieka; a zatem 30—40 maszyn i tyleż ludzi mogą w ciągu doby przygotować obronne rowy strzeleckie dla całej dywizji. Inne maszyny mogą jednocześnie ustawiać zasieki druciane.

Z powyższych rozważań wynika, że nawet przy zastosowaniu istotnie udoskonalonych środków natarcia, które na każdej pozycji obronnej poniosą straty i w końcu wyczerpią się całkiem (zużycie i zniszczenie sprzętu), w dzisiejszym stanie środków walki niema nadziei na szybkie zakończenie wojny, nawet po wygraniu poszczególnych bitew na początku kampanji. Nie polepszyłoby też sprawy zastosowanie sił powietrznych przy natarciu, chyba żeby zdołały one przenieść na samolotach-helikopterach na tyły przeciwnika specjalne oddziały szturmowe, wyposażone w broń samoczynną, z możnością zastosowania amunicji zdobycznej. Następnie autor zastanawia się nad udziałem sił powietrznych w przyszłej wojnie, polegającem na atakowaniu ważnych ośrodków, jak węzły kolejowe, wytwórnie lub miasta, przy użyciu środków więcej skutecznych niż dzisiejsze; jednak w razie zastosowania odpowiednich środków obrony indywidualnej i zbiorowej — nacisk tą drogą na ludność kraju może zawieść.

A zatem, nawet przy użyciu najdoskonalszego sprzętu, nie można przemóc oporu narodu, gotowego do obrony swej wolności aż do ostatka, — w ciągu jakich kilku tygodni czy miesięcy. W każdym razie każdy z przeciwników będzie się starał przenieść walkę zaraz z początku na terytorjum zaskoczonego znienacka przeciwnika, i o tem winien poważnie myśleć każdy naród usposobiony pokojowo, aby być gotowym do obrony przed inwazją.

Naród, nie przygotowany do wykonania nagłego ataku, przyjmuje metodę obronną, która ma tę wyraźną ujemną stronę, że naraża pewną połać kraju na

niebezpieczeństwo zniszczenia, lecz zato przychylnie nastraja opinję świata, a w razie nadszarpnięcia sił przeciwnika na granicy, walka staje się wojną na wyczerpanie, a wtedy interwencja Ligi Narodów może mieć wyniki pomyślne.

Autor przechodzi do rozważania organizacyj w razie stosowania nagłego ataku i przytacza 4 metody tegoż: przyśpieszone przełamanie, ofensywa w powietrzu a obrona na ziemi, nagły atak z następującem przełamaniem lub obroną naziemną, wreszcie obrona na ziemi i w powietrzu. Organizacje pokojowe opierać się muszą na dwóch ostatnich metodach; pierwsze zaś dwie mogą być stosowane w pewnym czasie po rozpoczęciu kroków nieprzyjacielskich. Organizacja musi być taka, aby nagły atak można było przeprowadzić w dowolnej chwili i bez zwłoki z pomocą wojska ilościowo równego lub wyższego od stanu pokojowego wojska kraju atakowanego; ruchliwość wojsk z pomocą licznych i szybkich środków transportu musi dać możność koncentracji w ciągu 24 godzin (lub mniej) w rejonie planowanego ataku. Zadanie to spełnić może *armja zawodowa*, należycie przygotowana i zaopatrzona, a w razie potrzeby — uzupełniana zaciągiem ochotniczym, o ile dany naród posiada duch wojowniczy. Pomocą do wyćwiczenia obywateli w tym kierunku służyć mają kluby strzeleckie, stowarzyszenia sportowe i t. p. Po dwóch lub trzech miesiącach walki siły zbrojne utworzą potężną armję narodową (naród pod bronią). Nawet naród, któremu nie grozi inwazja, musi być jednak zdolny, dla wszelkiej pewności, do odparowania niebezpieczeństwa tego rodzaju.

W omawianym artykule rozpatruje się następnie organizację obrony narodowej granic wobec najazdu na ziemi i w powietrzu oraz organizację sił osłaniających, zdolnych do przeciwstawienia się nagłemu atakowi zpomocą umocnionych obszarów, a także rozpatruje się mobilizację i użycie odwodów. Dla przykładu omawia autor te zasady obrony Francji, które podlegają publikacji, były one bowiem omawiane w parlamencie. Dyskutowane były dwie propozycje: jedna, polecająca budowę fortów jeszcze silniejszych niż przedwojenne; druga — dająca pierwszeństwo małym rozproszonym fortyfikacjom, dostosowanym do terenu i wspieranym przez bardzo ruchliwą artylerję. Ostatnie zapatrywanie zdaje się być słuszniejszem. A zatem w terenie górskim zagrodzone będą główne drogi dostępu; w otwartem polu zbudowane być mają wzmocnienia rozrzucone, oparte na maksymalnej sile ognia obronnego; w terenie zalesionym tworzy się przeszkody bierne pod osłoną niewielkich posterunków; w terenach niedostępnych określa się na wszelki wypadek miejsca, gdzie w razie potrzeby można zbudować szybko stanowiska obronne. (Należy przygotować zawczasu ruchome parki fortyfikacyjne i odpowiedni sprzęt). Zasada drobnych rozrzuconych ufortyfikowań opiera się na następujących rozważaniach:

a). Bronią zdolną do zatrzymania natarcia jest głównie k. m. do odległości 600 m, zwłaszcza ogniem flankującym na terenie jednostajnie pochyłym.

b). K. m. powinny być poparte przez lekką artylerję polową (ogień skierowany na sprzęt nieprzyjaciela i na miejsca zakryte).

c). Pewne zakrycia wymagają ognia stromego zbliska.

d). Unikanie umocnień dużych rozmiarów, przedstawiających łatwy cel dla artylerji nieprzyjaciela większych kalibrów.

e). Istnienie należycie działającego systemu obserwacji i łączności, pozwalającego na bezzwłoczne rozpoczęcie ognia, gdy tylko nieprzyjaciel wykaże swą obecność gdziekolwiek.

Odpowiednie rozmieszczenie wzdłuż frontu i wgłąb powyższych umocnień, z uwzględnieniem omówionej poprzednio defensywnej siły broni, zapewnia obronę przeciw nagłemu atakowi n-pla, jeżeli przytem istnieje stały system obserwacji telefonicznej, jeżeli te umocnienia są stale obsadzone niewielką załogą i jeżeli główne siły osłaniające mogą przybyć na stanowiska obronne szybciej od nieprzyjaciela. Co zaś dotyczy obrony powietrznej, to pomimo najlepszych środków ostrożności, zawsze uda się kilku bombowcom znaleźć się daleko na tyłach i zrzucić bomby na ważne cele; w tym wypadku jedyną obroną jest odwet. Równość sił obu stron przy obronie granic jest rzeczą istotną (ze względu na doborowy materjał ludzki atakującego). Punkty ufortyfikowane są pomocą wartościową dla obrony, lecz nie zdołają one zrównoważyć liczebnej niższości sił osłony w razie nagłego ataku, nim zdoła się zająć własnemi wojskami przerw między wzmocnieniami i wykonać tam rowy i zasieki. Od wielkości zatem sił osłaniających zależy bardzo wiele w organizacji obrony.

Sposób mobilizacji jednostek całkowitych zależy od ich przeznaczenia. Jedne mogą niezwłocznie wzmocnić siły osłaniające na granicy, inne skierowuje się w miejsca zagrożone w postaci rezerw ogólnych armij.

W zakończeniu rozważań gen. Challeat wnioskuje że postęp uczyniony w sprzęcie uzbrojenia więcej sprzyja obronie niż natarciu, co jest rzeczą ważną dla narodów mniejszych, zwłaszcza dopóki Liga Narodów nie posiada władzy wykonawczej w postaci międzynarodowej siły zbrojnej, której utworzenie natrafia narazie na bardzo liczne i poważne trudności.

6. *Utrzymywanie broni w gotowości bojowej*, — walka ze zniszczeniem sprzętu w składnicach zaopatrzenia Dep. Uzbr. — W. Vander Hyden, kpt. sł. uzbr.

Amerykańskie składnice uzbrojenia, dostarczające sprzęt dla różnych jednostek linjowych, dzielą się na składnice amunicyjne i ogólne. Pierwsze wydzielone są osobno ze względów bezpieczeństwa, jednak w składnicach ogólnych przechowuje się amunicję małokalibrową, jako mniej niebezpieczną.

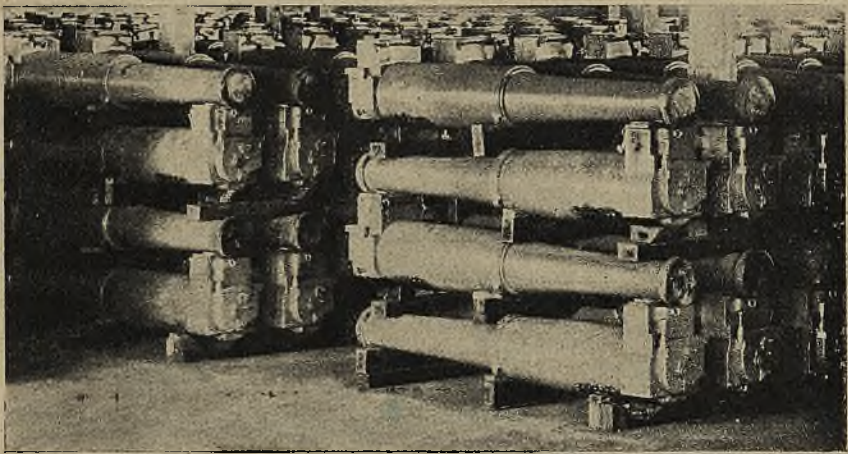
Artykuł omawia czynności składnic ogólnych w czasie pokoju, opierając się na pa przykładzie konkretnym: składnicy w Rock Island. Czynności te polegają na przyjmowaniu, przechowywaniu, konserwacji i wydawaniu bardzo dużej ilości różnych typów sprzętu. Składnica Rock Island jest największą i najruchliwszą wśród tego rodzaju zakładów w Stanach Zjednoczonych. Zawiera ona zapasy 40.000 artykułów uzbrojenia wartości ponad 200 miljonów dolarów. Na zapasy te składają się przedmioty następujące: sprzęt artylerji ruchomej (lufy armatnie i haubiczne, łoża, oporniki, wozy pomocnicze). broń małokalibrowa i maszynowa wszelkich typów wraz z amunicją, czołgi, ciągniki i przyczepki, środki do czyszczenia i konserwacji, tarcze strzelnicze, sprzęt optyczny, narzędzia i obrabiarki oraz wyroby rozmaite; części zapasowe i przybory do powyższego sprzętu.

Budynki zajmują 15 hektarów powierzchni i zawierają 46 budowli stałych. Roczny obrót wynosi do 18 miljonów kg, co wymaga użycia około 1.000 wagonów; zajmuje się tem specjalna sekcja ruchu. Omawiana składnica zasila okręgi korpusowe V, VI i VII; niektóre zaś artykuły, wyrabiane na miejscu w zbrojowni, jak n. p. oporo-powrotniki, tarcze celownicze, części zapasowe do czołgów i ciągników — dostarczane są stąd dla całego kraju. Około 6.000 sztuk rocznie sprzedaje się broni małokalibrowej wzorów przestarzałych organizacjom półwojskowym i osobom pojedyńczym w całych Stanach Zjednoczonych.

W wykonywaniu czynności (wypełnienie zamówień, kontrola), stosowane są najnowsze metody, używane w wielkich domach handlowych, aby zapewnić należytą ewidencję i uzupełnienie braków (wyrobów rynkowych lub specjalnych). Pomimo to błędy przy spisie inwentarza wynoszą około 5% (a dawniej były znacznie większe). Przedmioty przestarzałe lub niezdatne z czasów wojny światowej zostały przeznaczone na sprzedaż lub na wymianę. N. p. w czasie dwóch ostatnich lat otrzymano za 175.000 dol. nowych ciągników wzamian za ciągniki niezdatne do służby wojskowej i za zbyteczne ich części. Niedawno zaś rozebrano 50 miljonów naboi kb, a otrzymany łom będzie wymieniony na nowy proch.

Część gromadzonych zapasów jest w ruchu (w użyciu), lecz większość tworzy rezerwy wojenne; zmuszą to do należytego ich pielęgnowania w ciągu jakich 20 lat. Celem zapewnienia tedy należytej kontroli i inspekcji, duża ilość sprzętu, jak n. p. lufy i łoża, przechowywa się separacyjnie; zwrócono specjalną uwagę na to, aby w razie nagłej potrzeby można było wydać sprzęt szybko. Przewidziano zatem specjalne kozły pod oporo-powrotniki, lufy i t. p. części, aby można było usunąć dany przedmiot lub doglądać go bez naruszenia równowagi całego stosu,

Lufy n. p. są tak ułożone, aby można było otwierać zamki, oczyścić lufy ze smaru, przejrzeć je i ponownie nasmarować bez zdejmowania z kozłów (rys. 1). W powrotnikach sprężynowych część sprężyn jest usunięta, aby zapobiec osiadaniu całego słupa sprężyn. Niektóre oporo-powrotniki są przechowywane w stanie



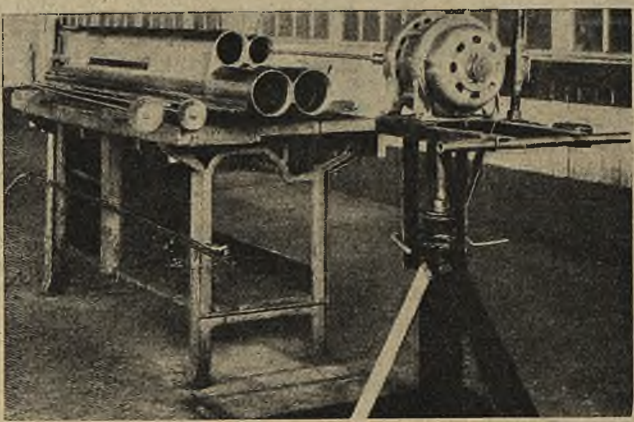
Rys. 1.

gotowym do użytku, inne zaś — w stanie rozmontowanym z przewodami nasmarowanemi oraz z tłoczyskami opakowanemi osobno w specjalnych klatkach drewnianych. Podobnież jedne typy łóż przechowuje się w całości, inne zaś — bez kół i osi. Wozy zaopatrzone w koła z obręczami gumowemi są podparte celem odciążenia kół, a ich koła zapasowe przechowywane są w ciemnych magazynach. Wozy motorowe i silniki zapasowe są umieszczone w ten sposób, aby można było co pewien czas rozruszać je ręcznie. Wszelkie części drewniane (koła, kozły, rękojeści) są łatwo dostępne dla oględzin, aby zapobiec zniszczeniu ich przez owady lub grzyb. Specjalnie zbudowane izby lub ogrodzenia wewnątrz magazy-

nów przeznaczone są na składy pistoletów, rewolwerów, lornetek i innych przedmiotów, — celem ustrzeżenia ich od kradzieży. W magazynach przyrządów optycznych zachowana jest stała temperatura, aby uniknąć zapocenia szkieł. Troskliwie też przechowuje się szczotki, chorągwie, hełmy płócienne — ze względu na ochronę od moli. Słowem, każdy przedmiot, mający być przechowany szereg lat, wymaga specjalnej rozwagi w wyborze właściwej metody konserwacji. W tej walce ze zniszczeniem co roku pewna ilość przedmiotów zasadniczych jest rozbierana, czyszczona i troskliwie przeglądana, przy czem dobiera się okazy z partji pewnego roku wyrobu. Wyniki rewizji przedstawiane są w raportach szefowi Departamentu Uzbr., który orjentuje się z nich co do potrzebnych na konserwację wydatków.

Najtrudniejszemi do konserwacji przedmiotami są szlifowane przewody i tłoczyska oporników oraz przewody luf, karabinów i dział. Przewody oporników wykonywa się z bardzo drobnemi tolerancjami, są one przy tem długie ponad 1 m., a w świetle mają zaledwie 50 mm. Bardzo drobna rdza lub szrama na powierzchni przewodów powoduje przeciekanie oleju lub powietrza, co czyni je niezdolnemi do dalszego użytku i wymaga nieraz przeszlifowania całego mechanizmu. Plamki rdzy nie są czasem widoczne gołem okiem i wymagają dla ich odkrycia stosowania wzierników powiększających z oświetleniem elektrycznem. Stwierdzono, że oporniki arm. franc. 75 mm. i arm. 155 mm. mogą być przechowywane napełnione w stanie złożonym, o ile poddawać je co trzy miesiące „gimnastykowaniu", które polega na wypuszczeniu rezerwy oleju, wysunięciu tłoczyska, aby można go było obejrzeć i oczyścić przy dławnicach, i następnie — dopompowaniu rezerwy. Operacja ta służy też do rozruszania tłoków i zaworów oraz do przetarcia szczeliwa.

Inne zaś typy oporo-powrotników hydro-pneumatycznych i hydro-sprężynowych przechowywać należy w stanie rozebranym. Wtedy ścianki cylindrów oczyszcza się dokładnie specjalnemi szczotkami (drucianemi z drewnianemi obracalnemi głowicami pokrytemi najcieńszym papierem szmerglowym), — (rys. 2), wymywa się oczyszczoną naftą, wysusza i pokrywa smarem przeciw rdzy; dla tej operacji ustawia się powrotniki w pozycji pionowej i dzięki kilkakrotnym za-

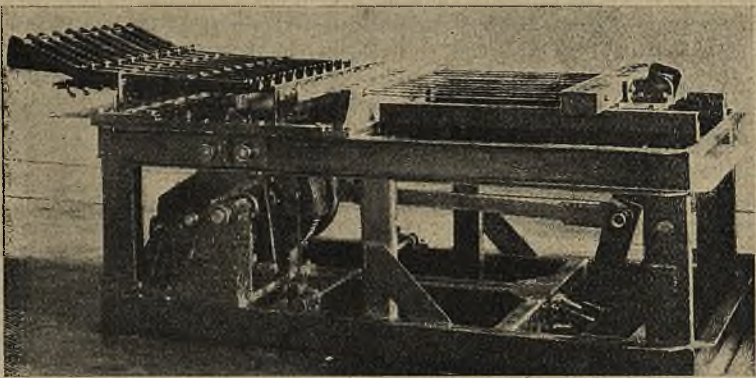


Rys. 2.

biegom przy użyciu gorącego smaru i stempli pokrywa się powierzchnię przewodu równomierną cienką warstwą grubości około 1 mm, wolną od baniek powietrznych. W razie potrzeby gruntowniejszego oczyszczenia od rdzy, kładzie się oporniki na stojaku obracalnym i oczyszcza się zpomocą szczotek i roztworu kwasu, co wymaga czasu od 2—20 minut, zależnie od wielkości plam.

Poczem kwas się usuwa, neutralizuje się ścianki roztworem ługu, wypełnia wodą gorącą i wyciera wiechciem; następnie suszy się je czystemi szmatami płóciennemi i alkoholem. W podobny sposób traktuje się osobno tłoczyska; poczem pogrąża się je w zbiorniki z nagrzanym smarem, który następnie gęstnieje i — pakuje się je do nieprzemakalnych skrzyń. Najważniejszą sprawą dla należytej konserwacji jest bezwzględne usunięcie rdzy przed nasmarowaniem powierzchni. Dla zapobieżenia rozszerzaniu się rdzy, robotnicy przy operacjach czyszczenia ostatecznego noszą rękawiczki bawełniane.

W broni małokalibrowej usuwa się smar w izbie nagrzanej do 65° C, wtedy cały prawie smar topi się za wyjątkiem bardzo cienkiej błonki. Lufy broni ręcznej i maszynowej czyści się na specjalnej maszynie poruszanej parą, która czyści jednocześnie 10 sztuk — (rys. 3) (czyszczenie naftą, suchemi szmatami,



Rys. 3.

przegląd, ewentualne czyszczenie szczotkami drucianemi i kwasem). Po usunięciu smaru przepuszcza się przez lufy strumień nowego gorącego smaru, co daje dość grubą warstwę smaru i działa lepiej niż w razie pogrążania luf w zbiornik ze smarem, który to sposób powoduje wykruszanie się zastygłego smaru wypełniającego lufę całkowicie. Przewody luf działowych doprowadza się do porządku przez usunięcie smaru naftą i oczyszczenie szczotkami drucianemi, obracającemi się powoli stosownie do nacięć gwintów. W razie potrzeby stosuje się przemycie kwasem.

7. *Możliwości „czołgów powietrznych"*. Część VI — powietrzni najeźdźcy (ciąg dalszy) — F. Wagner, płk. rez. uzbr.

Poprzednie części z tej serji artykułów dotyczyły czołgów ziemnych, w części niniejszej autor rozwija znaczenie działalności płatowców i obrony przeciwlotniczej. Ulepszenia poczynione w latach ostanich w działach przeciwlotni-

czych i w metodach strzelania plot. dają możność art. plot. odegrania poważnej roli w obronie plot. z ziemi.

Do obrony biernej należą zapory z balonów na uwięzi (na wysokościach 2 i 4 km., w odległościach wzajemnych 250—450 m.) z umieszczonemi na skrzydłach działami plot. obrony czynnej. Obrona plot. z ziemi skuteczna być może zwłaszcza przeciw bombowcom, jako lecącym niewysoko, na stałej wysokości i prostolinijnie. Granat 3" pękający w odległości 50 m. od samolotu grozi mu poważnem niebezpieczeństwem. Od czasów ostatniej wojny niebezpieczeństwo dla lotników ze strony art. plot. znacznie się powiększyło. Już pod koniec wojny ta artylerja skutecznie spełniała swe zadanie. Weźmy jako przykład obronę Paryża od nalotów bombowych niemieckich. Niemcy posłali ogółem na Paryż w różnych czasach 500 samolotów bombardujących, lecz z nich zaledwie 10% przeleciało linję obrony plot.; z tych zaś 50-ciu — 15 było zestrzelonych, a wielu innych zmuszonych do odwrotu. Z 20.000 kg. bomb, wysłanych na Paryż, zdołano zrzucić tam tylko około 1.600 kg. Podobnież czynnie zachowywała się art. plot. niemiecka wobec swych przeciwników: pewnego dnia w rejonie Sommy strącono 17 samolotów. Pod koniec wojny szybkie postępy uczyniła biegłość artylerzystów amerykańskich w tym kierunku, i pomiędzy lipcem a listopadem 1918 roku strącili oni 17 płatowców, oddając przeciętnie po 605 strzałów na jeden zwalczony aparat. Niemcy ogółem zestrzelili: w 1915 roku — 51, w 1916 r. — 320, w 1917 r. — 467 i w 1918 r. — 748, co czyni razem 1586 zestrzelonych samolotów.

Obecnie przy użyciu amerykańskich arm. plot. 3" kierowanych aparatem centralnym (ewent. przy użyciu aparatu podsłuchowego) wypada przeciętnie jedno trafienie na 17 strzałów, a były wypadki 16 i nawet 12 strzałów (na wysokość 4 km.).

Autor omawia pobieżnie obronę pewnego ważnego obszaru przy pomocy 3, 4 9 i 10 bateryj plot. oraz szanse lotnika przebycia zagrożonych przez ostrzeliwanie przestrzeni. Akcentuje on, że stan lotnictwa amerykańskiego jest skromny w porównaniu z zagranicą, posiadają bowiem Stany Zjednoczone zaledwie 31 eskadr bojowych (z wodnopłatowców) wobec 132 we Francji, 57 w Anglji (bez kolonij), 86 w Italji. Do wojny przystąpiły Stany Zjednoczone z 50 płatowcami, lecz obecne warunki pozwalają na wyrób ich w dużej skali. W 1930 r., St. Zjedn. wyrabiały po 120 płatowców dziennie, z czego 72% było przeznaczone do użytku cywilnego, 20% dla wojska, a 8% na eksport. W 1931 r. produkcja wynosiła 100 dziennie (28% dla celów wojskowych).

W końcu artykułu jest mowa o konieczności zorganizowania biernej obrony plot. zbiorowej dla ludności cywilnej.

8. *Zasady utożsamiania broni palnej* — w walce z przestępstwami — C. Gunther ppłk. uzbr.

Nauka identyfikacji broni palnej dla celów kryminalistyki interesuje się metodami, któreby dały możność rozwiązania głównie następujących czterech typów zagadnień:

1) Dana jest wystrzelona łuska, należy określić typ i konstrukcję broni, z której był wystrzelony ten nabój.
2) Dany jest pocisk, — należy określić broń.
3) Dana jest wystrzelona łuska i podejrzywana broń, należy określić, czy z tej broni wystrzelono danym nabojem.

4) Dany jest pocisk i podejrzywana broń, — określić ich ewentualną zależność.

Powyższe zagadnienia i metody do ich rozwiązania omawia pokrótce autor artykułu.

„Cechy charakterystyczne klasyczne" są te, które dają się określić *przed* wyrobem, wynikające ze studjów rysunków, specyfikacyj, przepisów wyboru, sprawdzianów; dotyczą one wymiarów części składowych, kształtów, operacyj lub konstrukcji. Cechy te są sprawdzalne przez ludzi. „Cechy charakterystyczne przypadkowe" są te, które określa się *po* wyrobie; one wymykają się z pod kontroli ludzkiej i przedstawiają rozdział przypadkowy. Wywołane są one przez zużycie, braki w narzędziach wyrobu, uszkodzenia, wyżarcie i inne t. p. przyczyny; do tych cech należą też zmiany wymiarów poza granicami tolerancyj.

Na podstawie powyższych cech klasyfikuje się broń i amunicję w pewne grupy i wyodrębnia się w nich właściwości indywidualne, biorąc do pomocy takie gałęzie matematyki, jak teorja prawdopodobieństwa i nauka o kombinacjach i przestawieniach. (Analogicznem zagadnieniem jest utożsamienie odcisków palców lub określenie typu maszyny do pisania z jej pisma).

Każda broń przystosowana do ustalonej amunicji ryje swoje „piętno" na amunicji z niej wystrzelonej; dotyczy to zarówno łuski jak i pocisku. „Typ i konstrukcja" broni dotyczą tu wszelkiej broni pewnego typu bez względu na długość lufy, kolbę, uchwyt i t. p. Wyrażenie „typ amunicji" dotyczy trzech typów amunicji: strzał iglicowy, obwodowy i centralny.

W pierwszym typie zagadnień wymienionych na początku artykułu, łuska świadczy o kalibrze i typie amunicji. Charakterystyki klasyczne typu i konstrukcji broni określa się ze znaków, odcisków i odkształceń na łusce. Stosowne cechy dają możność określić konstrukcję: zamka, iglicy, kurka, wyrzutnika, magazynku, oraz stan wszystkich powierzchni styku z łuską. Łatwiejsze jest indentyfikowanie broni automatycznej niż rewolwerów.

W drugim typie zagadnień pocisk daje możność określenia przedewszystkiem kalibru; badanie części walcowej pocisku określa cechy klasyczne broni: średnicę przewodu, głębokość gwintu, ilość brózd, kierunek i pochylenie skrętu, szerokość pól i brózd.

W trzecim typie zagadnień ustala się wspólne cechy klasyczne i przypadkowe.

W typie 4-ym zagadnień — analogicznie jak w 3-im.

9. *Bomby burzące* — zastosowanie spawania w ich wyrobie. — H. Beckman inż. uzbr.

Już przed wojną światową przewidywane było stosowanie bombardowania z powietrza, lecz ponieważ ówczesne samoloty były kruchej budowy i ze słabemi motorami, z ograniczoną wobec tego siłą nośną — rzucane bomby mogły być tylko bardzo małe. Przy ćwiczeniach zrzucano pomarańcze i worki z mąką na cele wyznaczone na ziemi.

Pierwsze użycie bomb lotniczych w czasie wojny należy przypisać Włochom, w czasie kampanji w Trypolisie w 1912 r. Były to bomby przerobione z amunicji artyleryjskiej i miały skutek tylko przeciw celom żywym. Ze wzrostem siły nośnej płatowców wzrastała ilość dźwiganych bomb, a następnie ich rozmiary, co pozwoliło na zastosowanie większej ilości materjałów wybuchowych.

Dzisiaj płatowiec bombardujący z załogą, karabinem maszynowym i paliwem może udźwignąć 1100 kg bomb i z tem obciążeniem zdoła się wznieść do wysokości ponad 6 km, rozwijając szybkość lotu do 300 km/godz.

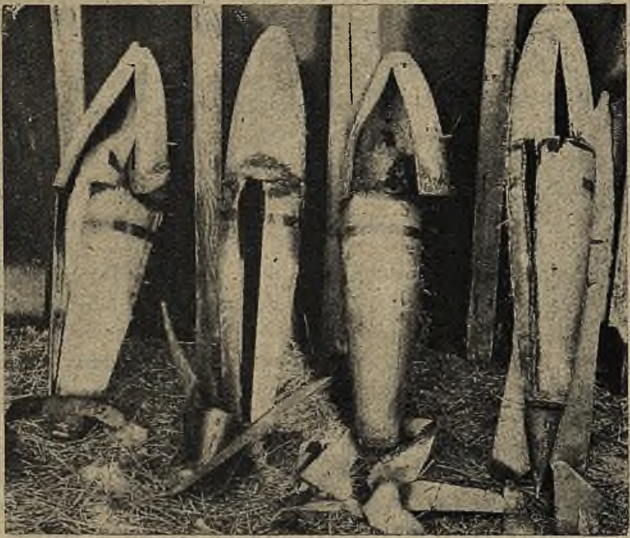
Do niszczenia celów stałych służą bomby burzące, zawierające w sobie materjały kruszące. Wybuch bomby działa swym potężnym podmuchem, a odłamki skorupy (w razie wybuchu na powierzchni ziemi) działają na dalsze jeszcze odległości niż sam podmuch; natomiast w pewnem ograniczonym promieniu działanie niszczące podmuchu jest znacznie silniejsze niż działanie odłamków. Działanie minowe, pochodzące z detonacji materjału wybuchowego tuż pod powierzchnia ziemi (zapalnik ze zwłoką), niszczy cel bezpośrednio lub podkopuje jego fundamenty. Działanie opóźniające zapalnika pozwala na przeniknięcie bomby do wnętrza celu w wypadku trafienia bezpośredniego. Dzisiejsze bomby zawierają około 55% mat. wyb. w stosunku do swego ciężaru.

Pierwsze bomby amerykańskie, wykonane w czasie wojny światowej, miały zarys zgodny z linjami opływającego strumienia powietrza (spadająca kropla). Posiadają one wielkości: 11,25; 22,5; 45; 135; 270 i 495 kg. Kadłub wytłaczany ze stali i głowica ze stali lanej były spawane ze sobą na obwodzie oraz wzdłuż. Wymagane było spawanie acetylenem; próby dokonane na poligonie w Aberdeen czynione były z bombami spawanemi elektrycznie sposobem ręcznym; kadłubowi skorupy nie stawiano z początku wysokich wymagań.

W 1919 r. komisja bombowa miała za zadanie rozważenie budowy i danie wskazówek co do ulepszenia wykonania bomb lotniczych. W odniesieniu do skorupy komisja zaleciła wykonanie skorup cienkościennych z możliwie dużą pojemnością, jednak z możliwością przebijania „nieufortyfikowanych" budowli nie pękając. Pod słowem „nieufortyfikowane" rozumiała komisja budowle upozorowane na próbach przez twardą powierzchnię, złożoną z betonu grubości 1' przysypanego warstwą tłuczonego kamienia grubości 2'. Stosownie do życzenia komisji przygotowano na poligonie doświadczalnym taką powierzchnię o rozmiarach 200 stóp kwadratowych.

Obecnie wymaga się od skorup wszystkich bomb burzących (za wyjątkiem 45 kg), aby przy naładowaniu materjałem obojętnym do należytego ciężaru, przebijały ową twardą powierzchnię bez połamania się i znacznego odkształcecenia, będąc zrzucone z takiej wysokości, żeby największa średnica bomby przenikła poniżej warstwy betonu grubości 1'. Odpowiednia wysokość waha się w granicach 450 — 1200 m, zależnie od kształtu i ciężaru bomby (od 45 — 900 kg). Bomby 45 kg mogą być użyte tylko przeciw słabszym budowlom, a zatem mają być odporne uderzeniu o kamień tłuczony z wysokości 4,5 km.

Bomby spawane w postaci kropli, wykonywane w czasie wojny, nie odpowiedziały wymaganiom wytrzymałości przy upadku na twardą powierzchnię; spawane czy to gazem, czy elektrycznie, pękały przy uderzeniu przedewszystkiem w szwach spawania (rys. 1). Jak się okazało, były one spawane tylko na powierzchni. Nowe modele, wykonane w 1921 r. nie były spawane wzdłuż, a tylko na obwodzie był spojony kadłub ze stali odpuszczonej z głowicą z lanej stali. Takie bomby odpowiedziały wymaganiom (rys. 2). Wytrzymałość miejsca spawanego zależy jednak też od umiejętności spawania.



Rys. 1.

Bomby 45 kg spawane wzdłuż i obwodowo po spadku z wysokości 600 m.



Rys. 2.

Bomba 135 kg spawana na obwodzie, puszczona z wysokości 1200 m.

Celem potanienia produkcji zaczęto wyrabiać bomby cylindryczne, używając rur bez szwu. Z początku nitowaną głowicę i ogon przypawano do cylindrycznego kadłuba (n. p. bomby 900 kg), później zaś zaniechano nitowania i spawania, a mianowicie bomby od 45 — 900 kg wykonywano z jednego kadłuba z przykręconem z tyłu denkiem; obróbka maszynowa doprowadzona była do minimum. Nabijanie bomb cylindrycznych jest łatwiejsze niż poprzednich, a własności balistyczne lotu okazały się niegorsze od tamtych. Bomby tłoczone z bloka lub blachy sztancowanej nie okazują żadnego odkształcenia przy upadku na twardą powierzchnię; wyrabiane są one obecnie dla użytku wojskowego przez stalownię Bethlehem i National Tube Co.

Drugą metodą wyrobu kadłuba z jednego kawałka jest wywalcowanie rury bez szwu do konturu, przystosowanego do kształtu bomby. Czynione są badania w kierunku użycia na kadłuby bomb stopów glinowych, które pomimo grubszych ścianek powinny by wypaść lżejsze; lecz doświadczenia dowiodły, że bomby takie, zrzucone z wysokości 300 — 600 m na twardą powierzchnię, rozpadały się na liczne odłamki.

Wyrób bomb metodą spawania nie zawsze był udatny, gdy wykonywano spawanie ręcznie (przed 15 laty), lecz z biegiem czasu ulepszono znacznie te zabiegi, przechodząc na maszyny automatyczne i dziś spawane n. p. przewody rurowe wytrzymują wysokie ciśnienie, a zatem ta ulepszona metoda nadaje się również do wyrobu bomb lotniczych.



Rys. 3.

Bomba zrzucona z wysokości 1200 m, cokolwiek wybrzuszona w głowicy i na kadłubie w pobliżu miejsca spawania.

W zastosowaniu metody spawania nowoczesnego wykonano zpoczątku bomby 45 kg, używając spawania wodorem, automatycznym łukiem elektrycznym metalicznym lub automatycznym łukiem elektrycznym z elektrodami węglowemi, przypawając odkutą głowicę i ogon na obwodzie do kadłuba, wykonanego z rury bez szwu lub również spawanego wzdłuż, Bomby tak wykonane w zasadzie odpowiedziały zadaniu i przy spadku z wysokości 600—1500 m nie pękały, a tylko cokolwiek śpęczały się. Badania laboratoryjne dowiodły, że miejsce spojenia, a nawet części przyległe są mocniejsze od blachy normalnej (n. p. miejsce spawania próbki zrywało się po zmniejszeniu jego przekroju o 24%), miejsca te mogą być poddawane wszelkim obróbkom mechanicznym, a nawet termicznym.

10. *Balistyczna sprawność broni palnej*, — czy zdołano osiągnąć potężny wzrost szybkości? — gen. w. niem. H. Rohne (p. rec. w Przegl. Art. t. XIV str. 255).

W. V.

SPROSTOWANIE BŁĘDÓW

w Nr. 16 Wiadomości Techn.-Artyleryjskich.

Str.	Wiersz	Jest	Ma być
3	9 od góry	wybuchu	wyrobu
5	2 „	z bezwodnika	z bezwodnikiem
12	2 „	dwunitrotoluenu	dwunitrotoluenie
17	1 od dołu	Muraur	Muraour
41	3 od góry	$2 F_3O_4 +$	$3 Fe_3O_4 +$
43	11 od dołu	kwasu sulfobentenowego ($C_5H_5SO_3Na$)	kwasu sulfobenzenowego ($C_6H_5SO_3Na$)
44	6 od góry	zysty	Czysty
51	3 „	Bomby zapalające dla moździeży piechoty	Bomby zapalające dla oddziałów chemicznych.
61	7 „	1802,6°	802,6°
68	7 „	jest to wyższe natężenie ciepła odpowiadające	jest wyższe od natężenia ciepła odpowiadającego
68	14 od dołu	M_n	M_4
69	15 „	HNO_8	HNO_3
72	15 od góry	ponadto	natomiast